



Número: 50/2007
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

JOÃO FASINA NETO

**Estudo da distribuição espacial da vegetação natural em Áreas de Preservação
Permanente: subsídios à gestão da APA Municipal de Campinas (SP)**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Geociências como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias

CAMPINAS - SÃO PAULO

Julho - 2007

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

F263e Fasina Neto, João
Estudo da distribuição espacial da vegetação natural em Áreas de
Preservação Permanente: subsídios à gestão da APA Municipal de
Campinas (SP) / João Fasina Neto. -- Campinas, SP.: [s.n.], 2007.

Orientador: Lindon Fonseca Matias
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Geociências

1. Análise espacial (Estatística). 2. Vegetação - Campinas (SP).
3. Sistema de informação geográfica. 4. Proteção ambiental.
5. Zoneamento – Campinas (SP). I. Matias, Lindon Fonseca.
II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.
III. Título.

Título em inglês: Study of the spatial distribution of natural vegetation in Permanent Preservation
Areas: management contributions to the EPA of Campinas City, southeastern Brazil.

Keywords: - Spatial analysis,

- Vegetation – Campinas (SP),
- Geographic information system,
- Environment protection,
- Territorial management - Campinas (SP).

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Mestre em Geografia

Banca examinadora: - Lindon Fonseca Matias;

- Dionete Aparecida Santin;
- Francisco Sérgio Bernardes Ladeira.

Data da defesa: 14/05/2007



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA
TERRITORIAL**

AUTOR: JOÃO FASINA NETO

**Estudo da distribuição espacial da vegetação natural em Áreas de Preservação
Permanente: subsídios à gestão da APA Municipal de Campinas (SP)**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias

Aprovada em: 14/05/07

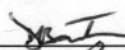

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias

Profa. Dra. Dionete Aparecida Santin

Prof. Dr. Francisco Sérgio Bernardes Ladeira

 - Presidente

Campinas, 14 de maio de 2007

62874-000

*Dedico este trabalho aos
meus queridos filhos
Heitor e Rhaíma*

Agradeço a todos que apoiaram e contribuíram para a realização desta pesquisa científica, em especial a (alfabeticamente):

Alexandre Donizete Bigueti, pelos sábios conselhos, amizade e exemplo de perseverança;

Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo - FEC - UNICAMP, pela importante participação em minha trajetória acadêmica;

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho - IG - UNICAMP, pelo apoio em momentos difíceis e pela experiente e inspiradora condução dos Seminários em Geografia;

Biblioteca de Sousas "Guilherme de Almeida", na pessoa da Sr^a Neuza, pela indispensável contribuição com documentos históricos - jornais, livros e material iconográfico;

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pela concessão da bolsa de estudos que viabilizou a realização desta pesquisa;

Prof^a Dr^a Claudete de Castro Vitte - IG - UNICAMP, pela lucidez nos ensinamentos das questões políticas e sócio-econômicas em suas diversas escalas de gestão;

CONGEAPA - Conselho Gestor da APA, pela estrutura e informações disponibilizadas;

Prof. Dr. Daniel Joseph Hogan - IG - IFCH - UNICAMP, pela ótima dinâmica das aulas e visão crítica sobre a relação homem-meio;

Prof^a Dr^a Dionete Aparecida Santin, NEPAM, pelo incentivo, inspiração e contribuições fundamentais para o sucesso deste trabalho;

Edinalva de Novaes Schultz, Pós-Graduação, IG - UNICAMP, pela adorável convivência acadêmica, competência, e extrema boa vontade;

Fernando Petermann, pela amizade, participação e doação das belíssimas fotos realizadas nos trabalhos de campo;

Prof. Dr. Francisco Sérgio Bernardes Ladeira - IG - UNICAMP, pelo incentivo, inspiração e contribuições fundamentais em meu processo de formação;

Hadi, pela amizade, ajuda e participação;

Hevany Lima Leone, pela participação e disponibilização do material de áudio das marchinhas dos Seresteiros de Sousas;

João Batista Siqueira, DMA-SEPLAMA-PMC, pela amizade, incentivo e disponibilização de dados iconográficos e cartográficos;

Joel Birocchi, pela amizade e participação;

Prof. Dr. José Teixeira Filho - IG - FEAGRI - UNICAMP, pelos fundamentos em estudos hidrológicos;

Kamá Ribeiro - UNIP, pela longa amizade e pelo rico material fotográfico disponibilizado;

Kleber Berbert da Fonseca - DIDC-SEPLAMA-PMC, pela ajuda, boa vontade e atenção;

Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias - IG - UNICAMP, pela confiança, dedicação e genialidade com que vem me orientando;

Prof. Dr. Marcos César Ferreira - IG - UNICAMP, pelas essenciais contribuições metodológicas em Análise Espacial e SIG;

Margareth Rose Fasina Wendriner, pela amizade fraternal, generosidade e apoio financeiro e moral;

Sr^a Mayla Yara Porto - DMA-SEPLAMA-PMC, pela disponibilização de dados iconográficos e cartográficos;

Paulo Martinelli, pela amizade e participação;

Prof^a Dr^a Rozely Ferreira dos Santos - FEC - UNICAMP, pela minha iniciação ao universo científico;

Sr. Rubens de Godoy - Associação de Remo de Sousas, pelas informações e fotografias sobre as históricas enchentes da APA;

Silvia Regina Alves Ferreira, pelo grande apoio, amizade sincera e participação;

Sub-Prefeitura de Sousas, especialmente ao Sr. Antonio Zanatta, Edvaldo, Eros, Marta, Paes, Sandra, Tarcísio e Tim, pela estrutura e informações disponibilizadas;

Prof^a Dr^a Sueli Yoshinaga Pereira - IG - UNICAMP, pela confiança, e importante experiência proporcionada no Estágio Docente;

Ueliton Messias, pela amizade, apoio e ajuda na análise estatística;

UNICAMP - a todos os funcionários e professores, pela dedicação e por proporcionarem a utilização plena da estrutura universitária na construção da ciência e do conhecimento;

Valdirene Pinotti, Pós-Graduação, IG - UNICAMP, pelo carinho na convivência acadêmica, pelos sábios conselhos e pela competência com que cuida de todos;

Wagner da Silva Neves, pela grande amizade e pela doação do registro fotográfico da enchente de 2003;

Amigos e Familiares, pelo apoio e estímulo;

meus pais: Rachel e Aristides, pela vida, amor e dedicação;

e a minha esposa Graciete, pelo companheirismo e cumplicidade.



Fonte: Willson Roberto

O principal objetivo da conservação da vegetação natural é a preservação integral da diversidade de espécies e ecossistemas,¹ e depende, fundamentalmente, do conhecimento e compreensão de sua localização relativa no espaço.²

Baseado em: ¹ TIMOTHY CHARLES WHITMORE, 1999. **An Introduction to Tropical Rain Forests**
² PETER HAGGETT, 1976. **Análisis Locacional en la Geografía Humana**

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1 Aspectos legais.....	3
3.1.1 Áreas de Proteção Ambiental (APAs).....	3
3.1.2 Áreas de Preservação Permanente (APPs).....	6
3.2 Relação água-solo-vegetação.....	8
3.2.1 Políticas públicas e gestão de recursos hídricos.....	13
3.3 Cartografia, fotogrametria e fotointerpretação.....	19
3.3.1 Confeção de mapas.....	20
3.3.2 Elementos de reconhecimento.....	22
3.4 Análise locacional.....	24
3.4.1 Métodos cartográficos e componentes de escala.....	26
3.4.2 Verificação por comparação de tendências.....	28
3.4.3 Níveis de medição e classes de intervalos.....	29
3.4.4 Comparação numérica.....	31
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4.1 Área de estudo.....	32
4.1.1 Demografia e o processo de “rururbanização”.....	38
4.2 Base de dados.....	47
4.2.1 Organização e interpretação dos dados.....	49
4.2.2 Mapeamento temático por fotointerpretação.....	53
4.2.3 Análise por superfícies de tendência.....	57
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
7. TRABALHOS FUTUROS.....	75
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional das Águas
APAs - Áreas de Proteção Ambiental
APEs - Áreas de Preservação Especial
APPCHs - Áreas de Preservação Permanente do Corpos Hídricos
APPs - Áreas de Preservação Permanente
Ca - Coeficiente de correspondência areal
CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CBHs - Comitês de Bacias Hidrográficas
CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CINP - Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONGEAPA - Conselho Gestor da APA de Campinas
CPs - Cenários Prognósticos
Cwa - Clima subtropical/clima tropical de altitude
Cwb - Clima temperado marítimo/clima tropical de altitude
GPI - *Global Polynomial Interpolation*
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IET - Índice de Estado Trófico
O_{UI} APPs - Outro usos intra APPs
PCJ - Piracicaba, Capivari e Jundiaí
PI-APPCHs - Plano de Informação das APPs dos Corpos Hídricos
PI-CaVN-APPCHs - Plano de Informação de Correspondência Areal da Vegetação Natural nas APPCHs
PI-CC-APPCHs - Plano de Informação de Conformidade e Conflito nas APPCHs
PI-CHs - Plano de Informação dos Corpos Hídricos
PIs - Planos de Informação
PI-UT-APPCHs - Plano de Informação do Uso da Terra nas APPs dos Corpos Hídricos
PMC - Prefeitura Municipal de Campinas
RLs - Reservas Legais
SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SEPLAMA - Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
SLOSS - *Single Large or Several Small Reserves*
SMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente
UGRHs - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
V_{NE} APPs - Vegetação natural extra APPs
V_{NI} APPs - Vegetação natural intra APPs

LISTA DE FIGURAS

4.1	Localização, limites e divisão administrativa.....	32
4.2	Vegetação rupestre - bromélias e mandacarus - Laje Santa Maria, Joaquim Egídio, 2007.....	33
4.3	Bloco diagrama - Composição Modelo Digital de Elevação-Drenagem.....	34
4.4	Geologia - embasamento cristalino e presença de descontinuidades.....	35
4.5	Rede hidrográfica de padrão dendrítico a sub-dendrítico de alta densidade.....	37
4.6	Ramal Férreo Campineiro - Estação das Cabras - Joaquim Egídio - 1915.....	39
4.7	Construção da indústria química Merck Sharp & Dhome e bairro Nova Sousas - Margens do rio Atibaia Sousas – 1957.....	40
4.8	(A) Retomada das obras do loteamento Morada das Nascentes - Joaquim Egídio - 2001; (B) Desmonte hidráulico - Mineradora Aquareia - Faz. São Joaquim - Serra das Cabras - Joaquim Egídio - 2002; e (C) Vista aérea da Mineradora Aquareia - 2006.....	43
4.9	Loteamento Vila da Natureza - Joaquim Egídio. Acima: Urbanização, erosões e queimadas - 2002; Abaixo: Processo de voçorocamento - 2006.....	44
4.10	(A) Ocupações nas APPs do ribeirão dos Pires e seus afluentes - Sousas - 2006; (B) Ocupação ribeirinha “Beco” - cenário pós-enchente de fevereiro de 2002; e (C) Vista aérea do “Beco” - margens do Atibaia - Centro de Sousas - 2006.....	45
4.11	Série histórica de enchentes na APA de Campinas.....	46
4.12	Procedimentos para obtenção, tratamento e expressão dos dados.....	48
4.13	(A) Mosaico de fotos digitais de 2003; (B) complemento de fotos digitais de 2001 e mosaicos de imagens digitais de 2006.....	50
4.14	Exemplos das classes identificadas: (1) áreas urbanas, (2) culturas, (3) pastagens, (4) silviculturas, (5) solos expostos, (6) matas mistas, (7) campos de várzea, e (8) lagos naturais e artificiais.....	52
4.15	Exemplos das classes de uso da terra: (a) áreas urbanas; (b) culturas; (c) pastagens; (d) silviculturas; (e) solos expostos; e (f) vias principais.....	53
4.16	Exemplos das classes de vegetação natural: (a) matas semidecíduas; (b) matas mistas; (c) campos de várzea.....	55
4.17	Exemplos das classes de corpos hídricos: (a) rios; (b) córregos e ribeirões; e (c) lagos naturais e artificiais.....	56
5.1	Plano de Informação do Uso da Terra.....	59
5.2	Plano de Informação da Vegetação Natural.....	60
5.3	Cenário I: (A) Superfícies de tendência em escala regional - GPI - interpolações em ordens sucessivas; e (B) Legenda interpretativa classe x frequência.....	62
5.4	Cenário II: (A) Superfície de tendência em escala local - krigagem (Mapa de Predição) - distribuição uniforme das amostras; e (B) Legenda interpretativa classe x frequência.....	64

5.5	Cenário III: (A) Composição da superfície de tendência em escala local - krigagem (Mapa Residual) com o PI-VN - áreas prioritárias para investigações; e (B) Legenda interpretativa classe x frequência.....	65
5.6	Plano de Informação dos Corpos Hídricos.....	69
5.7	Plano de Informação das APPs dos Corpos Hídricos.....	70
5.8	Plano de Informação do Uso da Terra nas APPs dos Corpos Hídricos.....	71
5.9	Plano de Informação de Conformidade e Conflito das APPs dos Corpos Hídricos.....	72
5.10	Plano de Informação de Correspondência Areal da Vegetação Natural nas APPs dos Corpos Hídricos.....	73

LISTA DE TABELAS

3.1	Tipos de uso da água e preços públicos unitários.....	16
4.1	Extensão territorial e evolução da população.....	41
5.1	Classes de uso da terra.....	59
5.2	Classes de vegetação natural.....	60
5.3	Hipótese I - classes de intervalo em escala regional para a vegetação natural.....	62
5.4	Hipótese II - classes de intervalo em escala local para a vegetação natural.....	64
5.5	Hipótese III - classes de intervalo em escala local para a vegetação natural.....	65
5.6	Classes de área das APPCHs.....	70
5.7	Classes de uso da terra nas APPCHs.....	71
5.8	Situação legal das APPCHs.....	72
5.9	Fenômenos e correspondência areal da vegetação natural nas APPCHs.....	73

LISTA DE QUADROS

4.1	Tempo geológico e unidades litoestratigráficas da APA de Campinas.....	36
4.2	Parâmetros de obtenção, tratamento e avaliação dos dados.....	47
4.3	Chave de classificação para interpretação dos revestimentos superficiais do território da APA em imagens aéreas coloridas.....	51



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL**

JOÃO FASINA NETO

**Estudo da distribuição espacial da vegetação natural em Áreas de Preservação
Permanente: subsídios à gestão da APA Municipal de Campinas (SP)**

Dissertação de Mestrado

RESUMO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) são instrumentos jurídicos definidos por Legislação Federal, que prevê a criação de unidades territoriais com o intuito de proteger a diversidade biológica e garantir a qualidade ambiental dos ecossistemas. O presente trabalho tem como objetivo central avaliar a distribuição espacial da vegetação natural em APPs. O recorte escolhido foi a APA Municipal de Campinas, que ocupa uma região estratégica em recursos naturais e culturais; mas que, no entanto, tem-se mostrado bastante vulnerável aos impactos ambientais produzidos durante os processos de uso e ocupação do território, culminando com grande parte de suas APPs desprovidas de vegetação natural e em situação de conflito com a legislação. O mapeamento e análise obedeceram a seguinte sequência: (1) mapeamento da vegetação natural e uso da terra; (2) mapeamento das APPs; e (3) integração e análise dos dados obtidos. Os resultados foram editados em uma base cartográfica dinâmica, que permite, de forma interativo-amigável, visualizar e consultar informações sobre a configuração dos elementos naturais e culturais da área de estudo, contribuindo para a construção de um conhecimento crítico, fundamental à identificação de soluções alternativas de gestão territorial para a introdução de medidas de recuperação e conservação.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL**

JOÃO FASINA NETO

**Study of the spatial distribution of natural vegetation in Permanent
Preservation Areas: management contributions to the EPA of Campinas City,
southeastern Brazil**

ABSTRACT

The Permanent Preservation Areas (PPAs) and the Environmental Protection Areas (EPAs) are juridical instruments defined by Brazilian Federal Legislation, which takes care of the creation of territorial units, with the purpose of protecting biological diversity and to guaranteeing the environmental quality of the ecosystems. The purpose of this work is to evaluate the spatial distribution of the natural vegetation in PPAs. The chosen region was the EPA of Campinas City, in the State of São Paulo, Brazil, which occupies a strategic region in natural and cultural resources; however, it has shown itself to be quite vulnerable to the environmental impacts produced during the processes of territorial utilization and occupancy, resulting in a great part of the PPAs being deprived of their natural vegetation and left in a conflict situation with legislation. The mapping and analysis was done according to the following sequence: (1) mapping of the natural vegetation and land use; (2) mapping of the PPAs; and (3) integration and analysis of the obtained data. The results were edited in a dynamic cartographic base, which permits, in an interact-friendly way, to visualize and query informations about the natural and cultural elements configuration of the studied area, which serves as an aid for the construction of a fundamental critical knowledge to identify territorial management alternative solutions to introduce recuperation and conservation actions.

1. INTRODUÇÃO

Norteados pelos ciclos econômicos, o processo de uso e ocupação do território do Estado de São Paulo marcou os últimos séculos com grandes transformações nos meios físico e social. Em Campinas, tal processo teve um aumento significativo a partir da década de 1940, concomitante ao início da fase industrial, quando se verificou a redução das áreas agrícolas e a expansão do perímetro urbano do município.

Campinas é hoje sede da terceira e mais recente Região Metropolitana institucionalizada no Estado, depois de São Paulo e Santos. Porém, nem mesmo o dinamismo econômico diversificado da região, vinculado a capitais industriais e agrícolas, foi capaz de impedir o funcionamento do que é chamado de “circuito imobiliário especulativo”, grande responsável pela degradação sócio-espacial hoje prevalente nessa área (Miranda, 2002).

A fragmentação florestal é um reflexo destas perturbações antrópicas, provocando alterações bióticas e abióticas nos ecossistemas, além de contribuir para o agravamento de alguns conflitos sócio-ambientais, como as sucessivas enchentes ocorridas nas últimas décadas e os preocupantes rebaixamento de níveis e redução de volumes observados nos rios e demais corpos d'água desta região.

O Código Florestal de 1965, criou as Áreas de Preservação Permanente (APPs) com o intuito de proteger a diversidade biológica e garantir a qualidade ambiental dos ecossistemas, principalmente no tocante à integridade dos solos e à disponibilidade dos recursos hídricos. Com base nestes pressupostos, este trabalho procurou realizar um diagnóstico da situação atual da vegetação natural nas APPs, como forma de subsídios ao planejamento e gestão territoriais, para introdução de medidas corretivas e preventivas no meio ambiente.

Foi escolhida como estudo de caso a Área de Proteção Ambiental (APA) de Campinas, por se configurar como o maior remanescente de área rural do município, dotado de um patrimônio ambiental rico e diferenciado; mas que, no entanto, tem se apresentado vulnerável em relação aos impactos decorrentes das atividades humanas, necessitando com urgência, de uma gestão mais adequada em função de suas características como unidade de conservação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a distribuição espacial dos fragmentos remanescentes de vegetação natural em relação às Áreas de Preservação Permanente, existentes na APA do Município de Campinas (Figura 4.1), visando à produção de uma base cartográfica dinâmica como contribuição ao planejamento e gestão do território.

2.2 Objetivos específicos

- a) Mapear os fragmentos remanescentes de vegetação natural na APA;
- b) Mapear os corpos hídricos na APA;
- c) Mapear o uso da terra na APA;
- d) Mapear as Áreas de Preservação Permanente na APA;
- e) Analisar o comportamento espacial dos objetos mapeados; e
- f) Editar a base cartográfica dinâmica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos legais

3.1.1 Áreas de Proteção Ambiental (APAs)

As APAs são definidas como unidades de conservação que visam à proteção da vida silvestre, à manutenção de bancos genéticos e de espécies raras da biota regional, bem como dos demais recursos naturais, através da adequação e orientação das atividades humanas na área, promovendo a melhoria da qualidade de vida da população (Brasil, 1987; São Paulo, 1992). Dentre seus objetivos específicos encontram-se a proteção da cobertura vegetal (conservação da vegetação nativa e reabilitação de áreas degradadas), proteção da fauna silvestre e seus locais de arribação, manutenção e melhoria da qualidade dos recursos hídricos, proteção dos recursos do solo e subsolo, promoção de educação ambiental para a população e sua integração nas práticas conservacionistas (Brasil, 1987).

O termo proteção consiste “na regulamentação das atividades do homem, para que os ecossistemas naturais e espécies não sofram grandes impactos”, e conservação “implica na interferência do homem para que os ecossistemas ou as espécies sobrevivam. A conservação vai além da criação de parques e reservas, pressupondo algum manejo” (Miranda, 1995, *apud* Mattos, 1996, p. 5). Segundo o Plano de Sistemas de Unidades de Conservação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), “a conservação da natureza pode ser representada pela utilização racional dos recursos naturais, visando à produção contínua dos renováveis – ar, água, solo, flora e fauna – e um rendimento máximo dos não renováveis. Envolve, portanto, a utilização direta dos recursos naturais através de um manejo criterioso” (Silva & Fornasari Filho, 1992, p. 6);

As APAs foram instituídas pela Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que estabelece, em seu Art. 8º, que “o Poder Executivo, quando houver relevante interesse público, poderá declarar determinadas áreas do Território Nacional como de interesse para a proteção ambiental, a fim de assegurar o bem-estar das populações humanas e conservar as condições ecológicas locais”. Nas Áreas de Proteção Ambiental, “o Poder Executivo poderá estabelecer normas limitando ou proibindo” (Art. 9º) as atividades humanas, de forma a harmonizar o desenvolvimento e a conservação dos recursos naturais. Estas normas disciplinarão:

- a) “a implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água;
- b) a realização de obras de terraplanagens e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais;
- c) o exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão das terras e/ou acentuado assoreamento das coleções hídricas;
- d) o exercício de atividades que ameacem extinguir na área protegida as espécies raras da biota regional”.

Com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, a criação de Áreas de Proteção Ambiental passou a ser considerado instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, podendo ser empregado pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal.

Estas duas leis foram posteriormente regulamentadas pelos Decretos no. 88.351, de 1º de julho de 1983, e nº 99.274, de 06 de julho de 1990, segundo os quais cabe ao CONAMA a determinação de normas gerais relativas às APAs, e a criação de uma APA será através de um decreto-lei que contenha sua denominação, limites geográficos, principais objetivos, restrições e proibições de uso dos recursos ambientais nela contidos.

A legislação determina ainda ser de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) ou do órgão estadual equivalente, a fiscalização e supervisão das APAs (Silva & Fornasari Filho, 1992). No caso do Estado de São Paulo, estas tarefas cabem à Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SMA).

O grande passo dado que possibilitou a formação de uma APA em Campinas foi a Lei Orgânica do Município datada de 1990, bem como o Plano Diretor de Campinas, aprovado pela Lei Complementar nº 2 de 26/07/91, que ratificaram os preceitos estabelecidos pela Constituição Federal de 1988, estabelecendo parâmetros norteadores da política de desenvolvimento urbano e a política de preservação do meio ambiente, recursos naturais e saneamento. Em 2001, o Estatuto da Cidade – Lei 10.257/01 - veio regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal estabelecendo “Normas de ordem e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem estar dos cidadãos bem como o equilíbrio ambiental” (Idoeta, 2002, p. 80).

Em 07 de junho de 2001, a Lei Municipal nº 10.850, com base nas Leis Federais nº 6.902/81, nº 6.938/81 e nº 9.985/00, cria a Área de Proteção Ambiental - APA - do Município de Campinas, como instrumento da política ambiental do Município, visando a regulamentação do uso e ocupação do solo e o exercício de atividades pelo setor público e privado (Art. 1º).

A APA Municipal, corresponde à macrozona 1 do Plano Diretor do Município de Campinas (Lei Complementar nº 04/96), compreende os Distritos de Sousas e de Joaquim Egídio, e os bairros Carlos Gomes, Jardim Monte Belo e Chácaras Gargantilha, localizados entre o distrito de Sousas, o Rio Atibaia e o limite intermunicipal Campinas-Jaguariúna e Campinas-Pedreira (Art. 1º, Parágrafo 1º).

Em 2002, formou-se através do Art. 87 da Lei 10.850/01, o CONGEAPA (Conselho Gestor da APA), de caráter deliberativo, vinculado à Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEPLAMA) e constituído de forma tripartite por representantes dos órgãos públicos, ente os quais, a Câmara Municipal, de organizações da sociedade civil e das organizações da população residente, com representantes das áreas urbana e rural, conforme previsto no Parágrafo 5º do Artigo 15 da Lei Federal 9985/00, tendo entre seus objetivos:

- (a) garantir o cumprimento das diretrizes e normas constantes na Lei 10.850/01 e em suas disposições complementares;
- (b) propor e assessorar a celebração de convênios com outras esferas de governo, instituições de pesquisa, instituições financeiras públicas e privadas, organizações não governamentais, ou outros que possam contribuir para a concretização dos programas previstos no artigo 84, que compõem o conjunto de ações para efetivação do zoneamento ambiental e para realização dos objetivos da APA;
- (c) propor ações conjuntas entre a PMC e órgãos das outras esferas de governo de maneira a integrar os programas constantes no artigo 84 e os planos de ação regionais (Plano Estadual de Recursos Hídricos, Plano Estadual de Saneamento, APA Estadual dos rios Piracicaba e Juqueri Mirim, Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, Comitê de Bacias Hidrográficas e Consórcio das Bacias do Rio Piracicaba, Capivari e Jundiaí, dentre outros), conforme sua adequação aos interesses ambientais do território e;
- (d) acionar os órgãos fiscalizadores competentes quando do não cumprimento de atos legais de caráter ambiental.

3.1.2 Áreas de Preservação Permanente (APPs)

As APPs foram definidas pelo Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65, alterada pelas Leis nº 7.803/89 e nº 7.875/89), sendo regulamentado pela Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno e; Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, que revogou a Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985, e dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

“A preservação da natureza é representada pela não utilização direta dos recursos naturais, visando à obtenção de benefícios indiretos” (Silva & Fornasari Filho, 1992, p. 6). Preservar implica em resguardar, ou livrar o bem preservado de algum dano futuro (Caldas Aulete, 1970).

A Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, alterou e inseriu algumas definições ao texto do Código Florestal, destacando a definição de que a Área de Preservação Permanente (APP) é a área protegida nos termos dos Artigos 2º e 3º desta lei, coberta ou não por vegetação nativa (o texto original considerava não a área, mas sim as florestas e demais formas de vegetação nativa), com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

As APPs *ope legis* (ou legais) são assim chamadas porque, nos termos do Art. 2º, do Código Florestal, sua delimitação e casuística dependem do “só efeito” da lei, que tem, portanto, quanto a elas, a aplicação imediata, não carecendo de intermediação do Poder Público, via regulamentação (Frangetto & Lima, 2003) .

Na APA de Campinas, por meio da Lei Municipal nº 10.850/01, em seu Art. 16, são consideradas APPs as áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, enquadradas no Código Florestal e suas alterações posteriores e demais normas nacionais concernentes, situadas:

I. ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

- a) de 50m (cinquenta metros) para os Rios Atibaia e Jaguari;
- b) de 30m (trinta metros) para os demais cursos d'água;
- c) de 50m (cinquenta metros) para lagoas e açudes naturais ou artificiais;

d) de 100m (cem metros) para a represa do Jaguari.

II. nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros) de largura;

III. nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

IV. no topo de morros, montes e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços), da altura mínima da elevação em relação à base.

O Artigo 17 da Lei nº 10.850/01, considera também de preservação permanente os seguintes remanescentes de matas nativas: Rodovia Heitor Penteado (SANASA) - 3,87ha; Fazenda Santa Terezinha - 10,1ha; Fazenda Santana - 57,78ha; Fazenda Santana do Lapa - 2,6ha; Sítio Cambará - 5ha; Mata da encosta da linha do trem - 3,94ha; Fazenda São João - 18,19ha; Sítio São José - 3,36ha; Estância Santa Izabel - 13,77ha; Loteamento Caminhos de São Conrado - 7,63ha; Estância Santa Izabel - 2,63ha; Fazenda São João - 6,3ha; Fazenda Fazendinha - 6,66ha; Ribeirão Cachoeira fragmento menor - 8,65ha; fragmento maior - 244,89ha; Fazenda Espirito Santo - 13,38ha; Fazenda Espirito Santo - 41,81ha; Haras Passaredo/Fazenda Senhor Jesus - 12,69ha; Mata Ciliar do Solar das Andorinhas - 1,89ha; Fazenda Santa Rita do Mato Dentro - 4,6ha; Fazenda Recreio fragmento maior - 63,37ha; fragmento menor - 3,64ha; Isoladores Santana - 7,87ha; Usina Macaco Branco - 9,8ha; Fazenda Iracema - 15,97ha; Fazenda Iracema - 4,45ha; Fazenda Santana do Atalaia - 25,18ha; Fazenda Santana do Atalaia - 9,43ha; Fazenda Ribeirão - 7,09ha; Sítio Lage Grande - 16,07ha; Mata Jaguari - 9,36ha; Fazenda Santo Antônio da Boa Vista - 3,78ha; Fazenda Monte Belo - 5,59ha; Fazenda Alpes - 14,9ha; Fazenda Capoeira Grande - 19,9ha; Fazenda São Lourenço - 6,42ha; Fazenda Cabras - 11,96ha; Fazenda Bonfim - 1,3ha; Fazenda São Joaquim (velha) - 7,31ha; Sítio Dois Irmãos/Fazenda São Joaquim (nova) - 41,05ha; Fazenda Cabras - 42,09ha; Fazenda Santa Mônica - 2,06ha; Fazenda Malabar - 38,5ha; Fazenda Guariroba - 9,06ha; Fazenda Santa Helena - 12,44ha; Fazenda São Francisco de Assis - 7,93ha e; Fazenda Rosário - 18,76ha. O Parágrafo Único (Art. 17) prevê que para estas matas deverão ser elaborados planos de manejo que garantam a preservação e desenvolvimento do ecossistema local e, de acordo com o Art. 18, fica “vedado seu corte ou supressão”.

A Lei 10.850/01, em seu Artigo 40, trata da responsabilidade das “empresas de reflorestamento que exploram ou que venham explorar a silvicultura na APA, na forma de arrendamento, parceria ou outra, deverão obter licença junto ao órgão ambiental municipal,

apresentando um plano de manejo que considere, no mínimo, os seguintes aspectos, ou outros alternativos que garantam a proteção ambiental: Inciso IV. previsão de recomposição com espécies nativas das APPs inseridas na gleba objeto do reflorestamento e; Inciso V. na renovação de áreas de silvicultura deverão ser previstos o plantio de 2 (duas) mudas de espécies nativas nas APPs para cada 10 (dez) mudas de espécies de interesse comercial plantadas”. Já o Artigo 58 prevê que “as APPs e APEs (Áreas de Preservação Especial) que permeiam a área urbana somente poderão fazer parte de novos loteamentos e conjuntos em condomínio, para fins urbanos, desde que constituam o Sistema de Áreas Verdes do empreendimento”.

“Nos novos parcelamentos destinados a loteamentos e conjuntos em condomínio para fins urbanos na APA, deverá ser reservada uma parcela mínima de 20% (vinte por cento) da área total do empreendimento, denominada Sistema de Áreas Verdes - 10% (dez por cento) da área total da gleba deverão ser reservados na forma de áreas públicas municipais de Sistema de Lazer e; 10% (dez por cento) da área total da gleba, na forma oficial de Reservas Ambientais” (Lei nº 10.850/01, Art. 59).

No caso dos Sistemas de Lazer, as áreas referidas não poderão constituir-se de APP. Já as Reservas Ambientais, destinadas à manutenção e recuperação da cobertura vegetal natural poderão, neste caso, constituir-se de APPs; e ainda, o empreendedor é obrigado a implantar a adequação topográfica e a revegetação no Sistema de Áreas Verdes em seu empreendimento conforme projeto a ser aprovado pelo órgão ambiental municipal, ficando sob sua responsabilidade a manutenção por um período de 2 (dois) anos (Lei nº 10.850/01, Art. 59).

3.2 Relação água-solo-vegetação

A APA, segundo seu plano de gestão, possui uma rede hidrográfica de padrão dendrítico a sub-dendrítico de alta densidade e é formada por tributários dos rios Jaguari e Atibaia. Ocupa uma área divisora de águas e apresenta inúmeras nascentes, vales encaixados, íngremes e erosivos, com canais em rocha. Por localizar-se em uma região de refluxo do aquífero Cristalino, concentra a maior parte dos recursos hídricos do município, constituindo assim, uma área estratégica para o abastecimento público. A APA possui, portanto, um caráter de “área produtora de água” (Campinas, 1996).

As águas subterrâneas são fonte alternativa para abastecimento público, tendo ainda relevante contribuição no abastecimento de comunidades de baixa renda e locais isolados dos

sistemas públicos, tais como: loteamentos, sítios e chácaras. As propriedades das águas subterrâneas estão relacionadas às suas características físico-químicas; em termos conceituais, sendo a água subterrânea um componente indissociável do ciclo hidrológico, sua disponibilidade no aquífero relaciona-se com o escoamento básico da bacia de drenagem instalada sobre a área de ocorrência. A água subterrânea constitui, então, uma parcela desse escoamento, que por sua vez, corresponde à recarga transitória do aquífero (Rebouças, 2002).

Os recursos hídricos subterrâneos dão origem ao escoamento básico dos rios e representam ricas reservas de água, geralmente de boa qualidade, que dispensam custosas estações de tratamento. Porém, a extração desordenada de águas subterrâneas, praticada nos dias atuais, acaba expondo este recurso ao risco de contaminações por agentes patológicos e químicos, além de desviar fluxos que desaguiariam nos rios, influenciando no seu escoamento básico, nas descargas mínimas, níveis de água dos açudes, lagoas e pantanais, provocando também a redução da umidade dos solos que dá suporte ao desenvolvimento da flora e fauna da bacia hidrográfica (Rebouças, 2002).

Entretanto, Silva & Moreschi (1967, p. 25) alertam “que uma bacia hidrográfica não subentende os mesmos limites de uma bacia hidrogeológica e vice-versa”, definindo a bacia hidrográfica como “a zona de relevo onde as águas de superfície têm saída única (exutório), sendo determinada por características morfológicas”; e a bacia hidrogeológica, por sua vez, como “uma unidade estrutural que determina a extensão dos lençóis aquíferos e define o escoamento subterrâneo”. Assim, entende-se que os fatores geológicos atuam sobre o regime dos rios pela litologia e textura dos terrenos, onde as zonas de rochas permeáveis enviam menos água aos rios, ao passo que em zonas com permeabilidade reduzida, a maior parte da água é drenada superficialmente.

Segundo Singhal & Gupta (1999), a litologia e textura da rocha parental influenciam também na espessura e permeabilidade da camada intemperizada (regolito), desenvolvida sobre o embasamento rochoso. Em terrenos cristalinos, dependendo de sua extensão areal e espessura, o regolito pode representar uma importante reserva aquífera; contudo, se a fonte de recarga for perene, mesmo os regolitos menos espessos (5-7m) podem ser considerados uma boa fonte de abastecimento. Além disso, “a espessura, extensão areal e características físicas do regolito variam de uma região para outra, dependendo do clima, topografia (...) e cobertura vegetal”, (Singhal & Gupta, 1999, p. 246).

Quanto à vegetação, além de ser a responsável pela interceptação da água das chuvas, evitando o impacto direto no solo, contribui para a absorção e, conseqüentemente, controla as erosões. Da água precipitada, parte evapora diretamente das folhas da vegetação e da superfície do solo, outra parte infiltra e é retida pelas raízes das plantas, retornando posteriormente para a atmosfera através da evapotranspiração, e o remanescente se move através do solo em direção ao lençol freático (Conforti & Matthes, 2002), podendo alimentar também o lençol aquífero, em períodos de máximas precipitações (recarga). Por outro lado, no período de secas, ocorre a chamada descarga natural dos aquíferos, que “pode se dar por meio de fontes e pela infiltração efluente ao longo dos leitos fluviais; ou por evapotranspiração, onde o lençol freático se encontra muito próximo da superfície” (Silva & Moreschi, 1967, p. 34).

Nas bacias hidrográficas do município de Campinas encontram-se formações vegetais como campos, florestas, várzeas, cerrados, florestas ciliares e vegetação herbácea. Essas formações associadas a outros fatores, como por exemplo, declividades, tipos de solos, clima, têm um papel fundamental no balanço hídrico das bacias. Algumas escoam a água, outras funcionam como esponjas, absorvendo a água para o solo, outras funcionam como tanques de armazenagem e outras como filtros (Conforti & Matthes, 2002). A cobertura vegetal e florestal, portanto, desempenha papel de extrema importância para a recarga de água dos lençóis freáticos e aquíferos, proteção das margens dos rios, lagos e nascentes, evitando sérios problemas, decorrentes do assoreamento dos corpos d'água, sobretudo aqueles que implicam em seus aspectos qualitativos e quantitativos, tais como a eutrofização e conseqüente escassez (WWF-Brasil, 2004).

Macedo (1993) destaca a importância da preservação ou recuperação das matas ciliares com o objetivo de interligar remanescentes maiores em uma bacia hidrográfica. Essas matas têm um papel estratégico na conservação da biodiversidade, na preservação da qualidade da água e formação de corredores entre as poucas reservas de matas primárias ainda existentes. “Além disso, o desenvolvimento e sustento de organismos aquáticos e da fauna silvestre ribeirinha e a estabilização térmica de pequenos cursos d'água dependem fundamentalmente das matas ciliares” (Oliveira, 2004, p. 54).

Para Whitmore (1990) e Leitão Filho (1995), a floresta é um mosaico de manchas de vegetação em estádios sucessionais distintos, com áreas primárias e áreas em diferentes fases da sucessão secundária, em que os fatores de perturbação exercem um papel preponderante na

determinação de sua estrutura e fisionomia. A sucessão secundária é o processo de sucessão de espécies em uma comunidade, “após a ocorrência de perturbações (...) onde as chamadas espécies pioneiras ou colonizadoras iniciais, serão substituídas, ao longo do tempo, por outras espécies que não tiveram sucesso na colonização inicial em uma determinada área recém desflorestada” (Rodrigues, 1995, p. 30). A heterogeneidade espacial da vegetação pode ser entendida em duas dimensões: a vertical, que corresponde à estratificação da vegetação e a horizontal, que é determinada pela heterogeneidade de fatores abióticos, condições climáticas, edáficas, topográficas, entre outros (Santos, 2003).

Santin (1999) descreve que as florestas altas originais, caracterizadas como Florestas Estacionais Semidecíduais, formavam um contínuo na região leste de Campinas, onde as diferentes condições de solos em função da geologia e relevo determinavam variações tanto na estrutura como na composição florística dessa vegetação. De acordo com Mattos (1996), esta porção de Campinas, que corresponde a APA Municipal, é a região onde a cobertura vegetal primitiva está mais bem representada, com fragmentos florestais descontínuos, mas em estado de conservação, ou condições, que ainda permitem a sua recuperação; sendo sua maior parte correspondente às Matas Mesófilas Semidecíduas, distribuídas de maneira relativamente homogênea por todo o território.

Segundo Leitão Filho (1995), em Campinas, assim como em todo Sudeste do Brasil, predomina um regime climático que apresenta uma estação do ano mais quente e úmida e outra mais fria e seca, com amplitudes térmicas diárias de até 15°. Em face disto, no inverno, as árvores perdem total ou parcialmente suas folhas, o que caracteriza o termo semidecídua. O termo mesófila refere-se a formações vegetais que crescem em ambientes com condições estáveis de umidade e temperatura, fato que nem sempre ocorre em regiões tropicais, sendo assim, considerado pouco apropriado por Leitão Filho, que define as florestas desta região precisamente como Florestas Semidecíduas.

A Floresta Semidecídua distribui-se pelas porções mais elevadas das vertentes, está relacionada com solos bem drenados e razoavelmente férteis. Nas áreas mais baixas, com grande umidade, e até com afloramento do lençol freático, ocorre uma variação denominada Floresta Semidecídua Higrófila ou Floresta de Brejo (vegetação riparia, mata ciliar, campos de várzea), normalmente associada à rede hídrica com algumas similaridades às matas de terra firme, mas também, apresentando espécies diferenciadas e até específicas (Leitão Filho, 1995).

Nem todos os fragmentos da APA de Campinas são remanescentes de uma vegetação original, ou floresta contínua e sim áreas exploradas, manejadas ou florestas secundárias em diversos estádios de regeneração. Alguns fragmentos, por exemplo, estabeleceram-se em áreas de pastagens, eucaliptos ou outros tipos de manejo, que foram abandonados. Estes fragmentos apresentam grande variabilidade quanto as suas características abióticas e bióticas, existindo variações de solo relevo, hidrografia, tamanho e também quanto à frequência e intensidade de fatores de perturbação (Santos, 2003). No mesmo sentido, Mattos (1996) observa na APA a presença de matas mistas (associações de matas semidecíduas com reflorestamentos, pomares e espécies ornamentais) e de vegetação ripária (matas ciliares e campos de várzeas), sendo que “a maioria dos fragmentos possui área inferior a 10ha ” (Santin, 1999).

De acordo com Silva & Fornasari Filho (1992, p. 7), a paisagem é “o resultado, numa porção do espaço, de uma combinação dinâmica, de elementos químicos, biológicos e antrópicos que, reagindo uns sobre os outros, fazem dela um conjunto único e indissociável em perpétua evolução”. A fragmentação florestal é a substituição de amplas áreas de floresta nativa por outros ecossistemas, deixando uma série de manchas remanescentes ou fragmentadas de mata entremeadas por uma matriz de vegetação diferenciada e/ou de usos diversos. Alteram-se assim os fluxos de ventos, radiação e água ao longo da paisagem. Todos os remanescentes de vegetação estão expostos a essas mudanças, em maior o menor grau, mas seus efeitos são modificados pelo tamanho, forma e posição na paisagem de cada fragmento em particular (Saunders *et al*, 1991, *apud* Santos, 2003). A interação entre estes dois ecossistemas adjacentes, o fragmento florestal e a matriz, se dá através de uma transição abrupta, a região de borda do fragmento, e é denominada “efeito de borda” (Murcia, 1995, *apud* Santos, 2003).

“O número de espécies presentes em uma comunidade (fragmento) é uma porção do estoque regional de espécies (Pärtel *et al*, 1996). Rickefs & Shluter (1993) defenderam que é impossível separar a diversidade local da regional, devendo-se considerar ambas como expressões diferentes de um sistema integrado em cada região. Frente a estes fatos, áreas de alta diversidade e/ou com muitas espécies raras ou endêmicas devem ser priorizadas para a adoção de medidas de conservação (Prendergast *et al*, 1993; Pressey *et al*, 1993). Fragmentos pequenos são geralmente desconsiderados em programas de conservação porque, segundo a idéia corrente, estes remanescentes apresentaram menor riqueza de espécies, tanto pelo efeito de redução de

área, quanto por sua exposição a fatores de perturbação (Saunders *et al*, 1991; Turner, 1996; Brokaw, 1998)”, citados em Santos (2003, p. 64).

Para Santin (1999) a discussão sobre a manutenção de poucas grandes reservas ou de muitas pequenas (SLOSS - *Single Large or Several Small Reserves*) toma ênfase quando do registro de espécies, cuja ocorrência nem se supunha para a região, em fragmentos com áreas muito pequenas, desestruturados e fortemente impactados. Esta constatação é um indicativo da importância de se conservar áreas cujas dimensões não conseguem abarcar ecossistemas, nem comunidades e onde as espécies já não se encontram mais representadas por populações, mas apenas por indivíduos. Essas espécies, quantitativamente pouco representadas, são extremamente importantes nos futuros planos de manejo das florestas e nos projetos de recuperação das áreas. É importante a preservação da biodiversidade contida nos fragmentos que ainda sobrevivem, sem menosprezar ou subestimar o valor de nenhum deles por menores que sejam e por mais degradados que se encontrem.

De acordo com Santos (2003), as espécies de vegetação natural encontradas na APA de Campinas correspondem a mais de 50% do total listado para o município de Campinas por Santin (1999), lembrando que, apesar das matas semidecíduas constituírem mais de 90% da vegetação remanescente do município, Santin inclui em sua amostra todos os demais tipos vegetacionais ocorrentes em Campinas, como cerrados (*sensu lato*), matas de brejo, matas de transição, florestas de altitude e matas ciliares. Isso indica a importância dos fragmentos da APA na manutenção do estoque regional de espécies.

Santos (2003) verificou ainda, que as variações de composição e abundância relativa das espécies nas diversas áreas (matas) estudadas da APA não aparecem associadas ao tamanho dos fragmentos, pois áreas distintas dentro de um fragmento grande podem variar tanto entre si, quanto em relação a áreas isoladas pela fragmentação. Isso demonstra que as diferenças de riqueza entre florestas, no caso dos fragmentos da APA, parecem estar associadas não simplesmente ao efeito da fragmentação, mas também à heterogeneidade ambiental intrínseca da região, assim como à ocorrência e intensidade de fatores de perturbação ao longo da paisagem.

3.2.1 Políticas públicas e gestão de recursos hídricos

De acordo com levantamento da Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, no estado de São Paulo há 3,398 milhões de hectares cobertos por vegetação nativa que representam

13,7% de sua área total. A vegetação remanescente distribui-se de forma heterogênea e se concentra nas áreas de maior declividade, na Serra do Mar e nas unidades de conservação administradas pelo poder público, com vastas áreas praticamente desprovidas de vegetação nativa. Dentro desse quadro, é preocupante a situação das matas ciliares, sendo que alguns estudos estimam em mais de um milhão de hectares as áreas marginais dos cursos d'água sem vegetação ciliar. Embora preliminar, essa avaliação revela a ordem de grandeza do problema. Somente para recuperar as matas ciliares paulistas seria necessário produzir, plantar e manter, mais de dois bilhões de mudas (São Paulo, 2002b).

Investigações científicas desenvolvidas pela Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental - CINP - vinculada à SMA, procuraram avaliar a eficácia de projetos de reflorestamento com espécies nativas implantadas em todo o território paulista. Constatou-se uma situação preocupante com relação à perda da diversidade biológica e ao estado de “declínio” dos reflorestamentos induzidos nas últimas décadas. Essas constatações, que tornaram explícito o uso de baixa diversidade florística e genética das populações, levaram a Secretaria de Estado do Meio Ambiente a editar a Resolução SMA - 21, de novembro de 2001, que “fixa orientação para reflorestamento de áreas degradadas e dá providências correlatas” (São Paulo, 2002b, p. 41).

Tal Resolução fornece as bases para a concepção de projetos de reflorestamento com espécies nativas, ampliando sobremaneira as oportunidades de sucesso das novas iniciativas de recuperação de matas ciliares, e segundo a qual a escolha de espécies para a recuperação destas matas deve considerar critérios relativos à ocorrência regional e à manutenção de níveis mínimos de diversidade entre as espécies arbóreas. Sobre estas bases, a Secretaria do Meio Ambiente editou a Resolução SMA - 11, de 2002, que dispõe sobre a criação do Programa de Repovoamento Vegetal do Estado de São Paulo, instituiu um grupo de trabalho orientado a tomar como ponto de partida de suas atividades as propostas já elaboradas e os programas e projetos que se encontram em andamento, como exemplos: os projetos do Programa de Proteção aos Mananciais desenvolvidos pelo Consórcio Intermunicipal das Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí; e os projetos de recuperação de matas ciliares, desenvolvidos pela Associação de Recuperação Florestal do Médio Tietê - Flora Tietê (São Paulo, 2002b).

A Agência Nacional das Águas (ANA) vem desenvolvendo ações para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil desde 2001, em conjunto

com gestores estaduais e comitês de bacias. Até o momento, a cobrança foi adotada na Bacia do Rio Paraíba do Sul e nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. A cobrança é um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos instituídos pela Lei Federal nº 9.433/97, que tem como objetivo estimular o uso racional da água e gerar recursos financeiros para investimentos na recuperação e preservação dos mananciais das bacias (ANA, 2006).

O Estado de São Paulo está dividido, de acordo com a Lei Estadual nº 9.034/94, em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHIs. Estas unidades estão estruturadas no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal, e são geridas por Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs (São Paulo, 2002; CETESB, 2006).

Em 2005, este sistema de planejamento e gestão de recursos hídricos de São Paulo ganhou um importante reforço legal: a regulamentação da cobrança pelo uso da água, por meio da Lei Estadual nº 12.183/05. Tal cobrança, que já era prevista na legislação brasileira, particularmente na Constituição Paulista de 1989 e na Lei Estadual nº 7.663/91, a qual instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, passa a ser mais um instrumento de gestão das águas, em que devem ser consideradas as peculiaridades regionais e, de forma integrada, os aspectos quantitativos e qualitativos (CETESB, 2006).

Compete à ANA operacionalizar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União, ou seja, daqueles rios ou demais cursos d'água que atravessam mais de um Estado da federação. Os recursos arrecadados são repassados integralmente pela ANA à Agência de Águas da Bacia, conforme determina a Lei Federal nº 10.881/04. Cabe à Agência de Água alcançar as metas previstas no contrato de gestão assinado com a ANA, instrumento pelo qual são transferidos os recursos arrecadados, que são aplicados na região onde foram arrecadados com base nos programas, projetos e obras previstos no Plano de Bacias aprovado pelos Comitês PCJ. O Plano consiste em um programa de ações e investimentos para a conservação, recuperação e preservação dos recursos hídricos. O processo de seleção dos projetos prioritários, serviços e obras a serem beneficiados com os recursos da cobrança, sob critérios técnicos aprovados pelos Comitês PCJ, é conduzido pelo Consórcio PCJ, assim como o repasse dos recursos e a fiscalização da execução das ações (ANA, 2006).

O Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ) foi o segundo a adotar a cobrança pelo uso da água em rios de domínio da União e teve início em janeiro de 2006. A cobrança foi estabelecida após a consolidação de um grande pacto entre os poderes públicos, os setores usuários e as organizações civis representadas no âmbito do CBH-PCJ para a melhoria das condições relativas à quantidade e à qualidade das águas da Bacia. Estão sujeitos à cobrança os usos de água localizados em rios de domínio da União das Bacias PCJ (rios Atibaia, Camanducaia, Jaguari, Piracicaba, entre outros). Os recursos financeiros arrecadados em rios de domínio da União pela ANA são repassados integralmente ao Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas do PCJ, entidade delegatária das funções de Agência de Água, escolhida pelo CBH-PCJ e aprovada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) para um período de dois anos (ANA, 2006).

O produto da cobrança está vinculado às bacias em que é arrecadado, sendo aplicado em financiamentos, empréstimos ou a fundo perdido, em conformidade com o aprovado pelo respectivo Comitê de Bacia. A fixação dos valores a serem cobrados levará em conta, entre outros aspectos: (i) a classe de uso preponderante em que o corpo d' água estiver enquadrado no local de uso; (ii) a carga poluidora lançada e suas características de vazão, físico-químicas e biológicas e; (iii) as características de vazão, físico-químicas e biológicas do corpo receptor. Isto significa uma nova oportunidade para discutir e implementar a necessária articulação entre outorga de usos da água, licenciamento ambiental e enquadramento dos corpos d' água, elementos fundamentais para o planejamento e gestão ambiental do desenvolvimento regional (CETESB, 2006). Os preços públicos unitários aprovados pelo CEIVAP estão apresentados na Tabela 3.1, e obedecerão a uma progressividade aprovada pelos Comitês PCJ, sendo cobrado 60% destes valores em 2006, 75% em 2007 e em 2008 o valor integral.

Tabela 3.1: Tipos de uso da água e preços públicos unitários

Tipo Uso	Unidade	Valor
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,010
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,020
Lançamento de carga orgânica DBO _{5,20}	R\$/kg	0,100
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,015

Fonte: ANA, 2006. (Modificado)

O Relatório de Qualidade das Águas Interiores, publicado anualmente pela CETESB desde 1978, visa subsidiar as ações de controle de poluição, os Comitês de Bacia e os setores

competentes das administrações municipal, estadual e federal, nas ações de recuperação da qualidade das águas dos rios e reservatórios existentes no território paulista, além de fornecer também o suporte necessário para a tomada de decisões no âmbito da implantação das demais políticas públicas no Estado de São Paulo. A partir de 2006, o relatório contribuirá, também, nos debates e ações para a implementação gradual da cobrança pelo uso da água em São Paulo (CETESB, 2006).

De acordo com a CETESB (2006), a poluição das águas tem como origem diversas fontes, dentre as quais se destacam as cargas pontuais de origem doméstica e industrial, e as cargas difusas de origem urbana e agrícola. As diferentes formas de aporte tornam, na prática, inexeqüível a análise sistemática de todos os poluentes que possam estar presentes nas águas superficiais. Em face disso, são utilizadas 50 variáveis de qualidade de água (físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e ecotoxicológicas), considerando-se aquelas mais representativas. Quando da necessidade de estudos específicos de qualidade de água em determinados trechos de rios ou reservatórios, com vistas a diagnósticos mais detalhados, outras variáveis podem vir a ser determinadas, tanto em função do uso e ocupação do solo na bacia contribuinte, atuais ou pretendidos, quanto pela ocorrência de algum evento excepcional na área em questão.

Segundo o Relatório de Qualidade das Águas Interiores - 2006, a eutrofização é “o principal fenômeno de degradação da qualidade das águas no Estado de São Paulo e síntese das ações antrópicas sobre os recursos hídricos”. As águas do rio Atibaia, por exemplo, apresentaram qualidade “Ruim” no ponto localizado na divisa entre Valinhos e Campinas (ATIB 02065), onde é feita a captação de água para Campinas, e recebeu classificação oligotrófica (baixa concentração de nutrientes) em sua média anual do Índice de Estado Trófico - IET - CL, PT (clorofila e fósforo total), com variações de estado ultraoligotrófica a eutrófica (elevada concentração de nutrientes). Em todos os meses, foram encontrados coliformes termotolerantes, em concentrações que ultrapassaram os valores limite para a classe 2, segundo a Resolução CONAMA 357/05. Nota-se que o Ribeirão Pinheiros, tributário do Rio Atibaia à montante deste ponto, é pertencente à classe 3, nos parâmetros da mesma legislação, possivelmente contribuindo com tais valores encontrados (CETESB, 2006, p. 483).

Além disso, “em diversas UGHRIs foram constatadas a presença de toxicidade crônica e aguda, avaliadas pela variável biológica. A procura das causas, nem sempre conhecida,

levam a estudos específicos direcionados a quais fontes poluidoras estariam ocasionando o efeito observado (...) O conhecimento das condições da qualidade dos sedimentos remetem a uma melhor avaliação da dinâmica de todo o ecossistema aquático (CETESB, 2006, p. 483).

A Resolução SAA nº 17/05, a qual “estabelece normas para a definição de Microbacias Hidrográficas a serem atendidas pelo Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas e para a concessão de subvenções econômicas e doação de sementes e mudas aos produtores rurais dessas microbacias hidrográficas, nos termos das Disposições Transitórias da Lei nº 8.421/93, alteradas pela Lei nº 11.970/05, e dá outras providências” (São Paulo, 2006), deu origem a um processo de trabalho conjunto entre a CETESB e a CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - Secretaria da Agricultura e Abastecimento), onde se levantou o uso e ocupação do solo agrícola, nas 22 UGRHIs monitoradas do Estado de São Paulo. “Dessa forma, as informações obtidas na rede de sedimento implantada e, em constante evolução, acrescentam direcionamento para as futuras ações dos agentes ambientais envolvidos na manutenção da qualidade dos recursos hídricos” (CETESB, 2006, p. 483).

“A preservação e recuperação das matas ciliares, aliadas às práticas de conservação do solo devem ser realçadas (...), pois atuam no controle da erosão das margens dos cursos d’água, minimizam os efeitos das enchentes, filtram possíveis resíduos dos insumos agrícolas e criam nichos ecológicos para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Em face dessas e de outras importantes funções, as atividades relacionadas às matas ciliares devem ser prioritárias em todas as situações em que há a necessidade de manutenção da qualidade da água e os seus múltiplos usos” (CETESB, 2006, p. 483).

Nota-se, de forma geral, uma contribuição das prefeituras com projetos de recuperação de matas ciliares, seja por meio de consórcios intermunicipais ou isoladamente, e são parceiras obrigatórias de um programa de abrangência estadual. Como exemplos dessa atuação, podem ser citados os diversos trabalhos desenvolvidos pelo Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas PCJ, com caráter inovador do “Programa R\$ 0,01”, criado para viabilizar o aporte de recursos para a proteção dos mananciais, e a atuação das associações de reposição florestal, como é o caso da Flora Tietê, que tem desenvolvido alguns projetos em parcerias com o poder público e organizações não governamentais (São Paulo, 2002b).

3.3 Cartografia, fotogrametria e fotointerpretação

A cartografia é o conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou indiretas de documentação, visando à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, bem como sua utilização. Existem diversos materiais e métodos que são empregados em cartografia básica para representar os fatos ou interpretações do mundo real, onde a escala assume um papel fundamental nessas representações, que podem ser codificadas nas formas analógica e digital. Os mapas analógicos correspondem a todas as representações gráficas expressas em papel. Os mapas digitais são as representações binárias, ou seja, as capazes de serem utilizadas por computadores (Silva, 1999).

À medida que os mapas analógicos são convertidos em mapas digitais, ou seja, em formato *raster* ou matricial a noção da resolução espacial ou do tamanho do *pixel* (quadrícula) de acordo com a escala em uso deve ser definida. Como a informação gráfica contida em um mapa é impressa com larguras mínima e máxima de 0,15mm e 0,8mm, respectivamente, sugere-se que a resolução espacial relacionada com a escala seja definida de acordo com a largura mínima e máxima. Assim, para uma escala de 1:10.000, a faixa de resolução espacial mínima e máxima corresponderia a 1,5m ($10.000 \times 0,15$) e 8m ($10.000 \times 0,8$), respectivamente. A faixa de resolução tem uma grande importância na construção de um banco de dados, pois a resolução espacial determina o tamanho do pixel na transformação de dados vetoriais para raster (Silva, 1999).

Segundo Marchetti e Garcia (1986, p. 13 e 137), a fotogrametria pode ser definida como “a ciência e a arte de se obterem medidas dignas de confiança por meio de fotografias”. Seu uso mais comum é na preparação de mapas plani-altimétricos a partir de fotos aéreas, sendo usada também em estudos e explorações do espaço. A fotogrametria está associada à fotointerpretação, a qual envolve a determinação da natureza e descrição dos objetos que aparecem na fotografia. Em termos gerais, “fotointerpretação é a arte de examinar as imagens dos objetos nas fotografias e de deduzir a sua significação”.

A habilidade em fotointerpretação é desenvolvida pelo estudo e dedução, para aumentar hábitos de observação de objetos familiares, da terra ou de pontos elevados. Consideráveis informações podem ser colhidas a partir de um exame em uma simples fotografia aérea em função das características familiares da natureza e devido às construções feitas pelo

homem, onde a diferença de tonalidade e a presença de sombras ajudam a identificar alguns dos menores detalhes na fotografia. Pode se dizer que a fotointerpretação é um assunto que diz respeito à fotoanálise dos aspectos fisionômicos da terra - cursos d'água, áreas cultivadas, cobertura vegetal, florestas, informações geológicas, solos, construções feitas pelo homem etc. (Marchetti & Garcia, 1986).

Em áreas cultivadas, exemplificam Marchetti & Garcia (1986), a fotointerpretação é facilitada devido às características que nelas prevalecem, assim como em estradas, lagos e demais construções típicas da zona rural. Dessa forma, áreas com pastagens, áreas gramadas e campos aparecem com tonalidade clara e textura suave; florestas densas aparecem com tonalidade escura enquanto que uma floresta em início de desenvolvimento aparece com tonalidade clara e o aparecimento de sombras de diferentes formas indica a presença de uma floresta mista. Rios, ribeirões e riachos são identificados pela sinuosidade, uniformidade de tom e pelas características topográficas.

Nas regiões de relevo irregular, as linhas de vegetação e árvores ao longo dos cursos d'água são mais facilmente identificáveis do que em regiões que possuem relevo regular ou plano, devido apresentarem vales encaixados íngremes e erosivos, e até canais em rocha, o que reflete no desnível e densidade das copas das árvores. Os lagos, reservatórios, tanques e pântanos são identificados pela sua uniformidade e tonalidade escura das águas, exceto nos pontos onde há reflexão do sol. Já os pântanos têm como principal característica um excesso de umidade, e a tonalidade da terra é bem escura (Marchetti & Garcia, 1986).

3.3.1 Confeção de mapas

Segundo Marchetti e Garcia (1986), o uso das fotografias aéreas na confecção de mapas ampliou enormemente a quantidade de informações possíveis de se inferir sobre uma determinada área. Neste processo cartográfico, os objetos são reconhecidos usando-se descrições como: forma, tamanho, tonalidade, textura e posição topográfica. Os dados assim coletados são analisados usando-se os fatos observados através de uma hipótese formulada e finalmente chega-se à significância. A fotointerpretação obedece, portanto, a seguinte seqüência: (a) objeto; (b) filtro; (c) imagem; (d) olhos; (e) identificação; (f) reconhecimento; (g) descrição; (h) dados; (i) análises; (j) interpretação e; (l) significância.

Em áreas onde a superfície terrestre é plana, a escala das fotografias pode ser considerada como precisa para diferentes propósitos. Nesses casos, muitas vezes pode-se obter mapas, fazendo uma cópia direta da fotografia; entretanto, não pode ser considerado como um mapa verdadeiro. Embora a fotografia aérea proporcione uma correta leitura de ângulos, as mudanças freqüentes da escala horizontal (distorções) impedem obter medidas precisas de distância. Assim, se uma fotografia reproduz por duas vezes a imagem de um mesmo objeto, esse se apresenta mais deformado e menor quanto mais distante estiver do centro da fotografia (Marchetti & Garcia, 1986).

Para resolver este problema é necessário realizar a chamada retificação (ou ortorretificação) das fotografias, que se procede pela determinação de uma rede de pontos de controle planimétricos (pontos facilmente identificáveis nas fotos e oportunamente dispostos), que são representados, por meio de suas coordenadas, no mapa base, ao qual são sobrepostas, ajustadas e corrigidas as fotografias aéreas (Marchetti & Garcia, 1986). Estas imagens retificadas quanto às distorções do relevo, diferenças em escala e aos efeitos da projeção cônica apresentam como principal propriedade a projeção ortogonal, semelhante a um mapa e são chamadas de ortofotos (Dani *et al*, 2005).

Marchetti e Garcia (1986) explicam que quando uma só fotografia não é suficiente para cobrir toda a área a ser estudada, faz-se necessário construir um mosaico aerofotográfico, onde são reunidas duas ou mais fotografias, que são sistematicamente organizadas para formar uma vista geral da área. Os mosaicos podem ser agrupados em duas categorias gerais: (1) mosaicos controlados, que são aqueles formados pela reunião de fotografias retificadas (ortofotos), nas quais a maioria dos erros é eliminada e medidas reais podem ser obtidas e; (2) não controlados, onde não há retificação das fotos que o constituem e, portanto, não devem ser feitas medidas de distância sobre os mesmos.

Portanto, não pode haver separação entre a fotogrametria e a fotointerpretação, visto que da primeira (ciência quantitativa), depende a segunda (ciência qualitativa) e vice versa, no sentido de garantir a fidelidade na identificação e interpretação das informações contidas em uma imagem aérea (Marchetti & Garcia, 1986).

3.3.2 Elementos de reconhecimento

Tonalidade fotográfica: é a quantidade de luz refletida por um objeto e registrada numa fotografia preto e branco. Os tons nestas fotografias são gradações do cinza, incluindo-se o preto e o branco. A tonalidade depende não só do relevo e teor de umidade do material superficial, como também de fatores fotográficos e de fatores meteorológicos como névoa, ângulo do Sol e sombras (Marchetti & Garcia, 1986).

Cor: o olho humano é capaz de distinguir, mais de 2000 combinações diferentes entre cores, contra 200 tons diferentes de cinza; de onde se conclui que imagens coloridas permitem a identificação de um número maior de detalhes, como no estudo da vegetação, onde a cor apresenta-se como um dos elementos mais importantes, devido à dependência da aparência das plantas em relação à radiação, sendo influenciada pela geometria das folhas, morfologia, fisiologia, composição química, solo e clima (Marchetti & Garcia, 1986).

Textura: é produzida pela reunião de unidades muito pequenas para serem identificadas individualmente. É uma característica que depende da escala da fotografia e é própria ao estudo da vegetação, permitindo a partir desta, inferências sobre geologia e solos. Em uma área coberta de árvores, em fotografias de escala grande, as folhas das árvores contribuem para a textura dos ramos que são individualmente perceptíveis; em fotografias com escala intermediária, os ramos contribuem para textura da árvore e em escala pequena, as árvores contribuem para a textura da floresta (Marchetti & Garcia, 1986).

Padrão: diz respeito ao arranjo espacial ordenado de aspectos geológicos, topográficos ou de vegetação; refere-se à visão plana bidimensional dos elementos fotográficos, os quais, na medida em que se tornam muito pequenos (foto de escala pequena), passam a constituir uma textura fotográfica - linhas retas, levemente curvas, lineações (paralelas, cruzadas etc.) e blocos (ordenados, maciços etc.) - sendo a drenagem talvez um dos elementos mais importantes do padrão, e vem a ser o modelado da superfície do terreno sob a ação das águas (Marchetti & Garcia, 1986).

Forma: tem grande significância na interpretação geológica, envolvendo o relevo, podendo ser considerada como uma expressão topográfica ou de contornos, como as formas características dos cursos d'água (linhas sinuosas contínuas de trajeto irregular...), dos pântanos e alagadiços (áreas com predominância de contornos curvilíneos...), das vegetações naturais (áreas

de contornos irregulares e de aspecto variável...) e das culturas (formas retangulares ou em faixas...) - (Marchetti & Garcia, 1986).

Tamanho: o tamanho dos objetos varia segundo a escala fotográfica. Objetos com forma idêntica em visão plana podem ser distinguidos pelo tamanho relativo (Marchetti & Garcia, 1986).

Relação com aspectos associados: às vezes a interpretação de uma ocorrência só é possível através de uma associação de evidências. Numa fotografia em escala pequena, a presença de cercas, por exemplo, pode ser inferida pela ocorrência de uma linha de separação oferecendo contraste de uso, manejo, vegetação (Marchetti & Garcia, 1986).

Os padrões de vegetação referem-se ao complexo vegetal desenvolvido numa área; as matas naturais altas localizam-se, em grande parte das vezes, em solos profundos e de boa fertilidade, cerrados e campos limpos ocorrem normalmente em solos arenosos; em terrenos cultivados, podem ser deduzidos os solos profundos bem drenados pela presença de pomares e os solos hidromórficos pela presença de hortaliças (Marchetti & Garcia, 1986).

A fotointerpretação da vegetação é um instrumento capaz de representar as formas e o arranjo espacial das plantas, individualmente ou em associações; começou quando se tornou necessário o levantamento de áreas de difícil acesso e exige basicamente o conhecimento das espécies mais comuns da flora, sua representação em fotografias aéreas e os tipos de plantas que geralmente se associam. O método de reconhecimento baseia-se em partes no estudo da tonalidade, textura, padrão de sombra, forma e dimensão. Por outro lado, o conhecimento das relações da vegetação com o meio é fundamental na obtenção de dados e inventários florestais, tais como: (i) delimitação e medida de diferentes tipos de vegetação; (ii) medida do diâmetro das copas (espécies dominantes, que se sobressaem do dossel); (iii) medida da densidade da floresta; (iv) determinação do número de árvores por unidade de área; (v) determinação de volumes por unidades de área; (vi) identificação de formações, associações e tipos florestais ou ecológicos, grupos de espécies e espécies individuais e; (vii) relacionamento com inventários terrestres (Marchetti & Garcia, 1986).

A classificação da vegetação pode ser apresentada em seu nível mais genérico, como por exemplo: vegetação natural e outros usos; ou mais específico, como em relação à vegetação natural, que, entre muitas outras possibilidades, pode ser classificada conforme: (a) tipo de vegetação com base nas espécies; (b) posição da vegetação com base na topografia e condições

de solo; (c) altura da vegetação, baseada no diâmetro e altura das árvores e; (d) condições da vegetação, em função do tratamento anteriormente recebido (Marchetti & Garcia, 1986).

Nos estudos de uso da terra, afirmam Marchetti & Garcia (1986), as fotografias aéreas dão uma imagem exata das condições da vegetação de uma região, podendo alcançar a aplicação mais importante, como exemplos: o registro da situação de uma área (matas principalmente), onde é possível diagnosticar o que aconteceu em termos de desmatamento em um intervalo de tempo, por meio de fotos de sobrevôos de datas diferentes; o planejamento ambiental; o cadastramento de propriedades e muitos outros.

Marchetti & Garcia (1986) concluem, qualquer que seja o tipo de classificação adotado, o importante é a elaboração de chaves de classificação, que devem ser preparadas para cada caso particular (áreas relativamente homogêneas) e podem ser de seleção ou de eliminação. A primeira é aquela em que, para cada classe, é selecionado o exemplo correspondente à imagem a ser identificada. A eliminação, por sua vez, é montada com base em uma sequência preestabelecida, eliminando todos os itens, com exceção daquele que se deseja identificar.

3.4 Análise Locacional

Como nascem as hipóteses? Algumas surgem, evidentemente, da imaginação do investigador: o conceito de “região-coração” (Heartland) de Mac-kinder (1904) ou a hierarquia de lugares centrais de Christaller (1933) podem agrupar-se dentro desta classe. Outras procedem da transferência de idéias originárias de diferentes disciplinas com enfoques paralelos, mas que numa visão geral podem servir de estímulo às hipóteses locacionais, citados em Haggett (1976).

Segundo Harvey (1969), tanto a filosofia quanto a prática da geografia depende do desenvolvimento de um arcabouço conceitual que permita manipular a distribuição dos objetos e eventos no espaço, *apud* Gatrell (1983).

A Escola Locacional baseia-se na “idéia de que a geografia é essencialmente uma ciência da distribuição (...) reconhecer o papel fundamental dos conceitos locacionais dentro da geografia humana, não quer dizer descartar sua importância para qualquer ciência sistemática, ou mesmo para outros ramos da própria geografia” (Haggett, 1965 e 1976, p. 21). Perring & Walters (1962) e Howe (1963) mostraram a importância dos estudos de distribuição em outras ciências sistemáticas - botânica e medicina respectivamente. Para Hettner (1905) a localização não é um conceito puramente geográfico: “A distribuição areal constitui uma característica dos objetos (...)

é preciso, portanto, incluí-la no âmbito de sua investigação e representação”, citado em Hartshore (1939, p. 127) e Haggett (1976, p. 21).

Na geografia, a localização relativa (dinâmica) no espaço, ou seja, as relações de um objeto com seu entorno pode ser definida como situação. “Enquanto a posição de um lugar está estritamente determinada por suas coordenadas geográficas, a situação depende de sua posição em respeito a outros lugares similares ou complementares e, em consequência, nas diferentes redes que lhe asseguram as relações com estes (...) contrariamente a posição, característica intrínseca e definitiva de um lugar, a situação varia ao longo do tempo e, em termos de acessibilidade, é relativa a outros lugares e pode ser qualificada de várias formas - central ou de periferia, de contato, de enclave etc” (Elissald & Saint-Julien, 2004, p. 2).

Já o conceito de distância pode ter um significado de separação, sendo necessário um esforço, um gasto de energia para transpô-la. Um espaço dotado de uma distância no sentido matemático é um espaço métrico. Não obstante, a noção de espaço em um sentido amplo é empregada para designar os desvios entre os lugares. Portanto, a distância é medida em relação a uma referência, sendo uma das propriedades fundamentais do espaço geográfico, pois permite definir a situação de inter-relação dos objetos - posição relativa (Pumain, 2004).

Grasland (2004) explica que a influência da proximidade espacial dos lugares sobre a intensidade das relações que podem constituir-se entre eles é entendida como interação espacial; não remete obrigatoriamente ao estudo dos fluxos efetivos (modelos de interação) ou potenciais (modelos de posição). Se for dado ao termo relação um sentido qualquer, a noção de interação espacial pode assinalar tanto a existência de relações causais no espaço (o que ocorre em um lugar exerce influência sobre outros lugares e varia em função de sua proximidade), como a existência de processos de difusão espacial (uma inovação que aparece em um lugar tem fortes possibilidades de propagar-se para lugares próximos, sendo que a proximidade é medida de modo contínuo ou hierárquico), e também a existência de formas de auto correlação espacial (lugares próximos se parecem mais que dois lugares distantes).

A descontinuidade é outro conceito locacional que, em termos gerais, se explica como “o que separa dois conjuntos espaciais vizinhos e diferentes. Distinguem-se a descontinuidade elementar, construída sobre um indicador único, a qual constitui um índice útil, mas frágil; e a descontinuidade estrutural, superposição de numerosas descontinuidades

elementares convergentes medidas a partir de um conjunto coerente de indicadores. Esta última define-se como a forma espacial da transição entre dois sistemas vizinhos” (François, 2004, p. 2).

Gatrell (1983) defende o pensamento de que a tradição da análise locacional é composta pelo estudo de três temas inter-relacionados: (i) o arranjo espacial, que são os padrões locacionais ou de configuração dos objetos pela área de estudo; (ii) o processo espaço-tempo, que se incumbe de estudar como os arranjos espaciais são modificados pelos mecanismos de interação espacial ao longo do tempo e; (iii) a modelagem espacial, que visa prognosticar os possíveis arranjos espaciais.

No mesmo sentido, Pumain (2004, p. 2) entende a configuração como “um conceito morfológico que descreve um conjunto de objetos geográficos ordenados segundo uma disposição, que mantêm de modo durável suas dimensões e posições relativas (...) A configuração pode abarcar uma simples descrição de formas a partir de uma paisagem concreta ou de uma representação estatística (...) ou corresponder à estrutura de um sistema, quando seus elementos têm uma definição funcional (...) entre as simples referências morfológicas e as estruturas complexas do espaço organizado, as estruturas espaciais elementares são configurações recorrentes às quais se associam procedimentos-tipos de relações (...) Uma simples forma pode ser correlacionada à dinâmica que ela canaliza e submete a sua dimensão (...) A identificação de uma configuração incita, portanto, a reflexão sobre as relações entre a forma e a função, entre a estrutura e o sistema de interações a que foi submetida”.

3.4.1 Métodos cartográficos e componentes de escala

A representação das distribuições geográficas depende tanto das convenções cartográficas como da própria natureza dos fenômenos a representar. Deste ponto de vista, é fácil transformar, por exemplo, um mapa coroplético de uso do solo em uma representação em forma de superfície de densidade, ou em uma superfície mais generalizada (escala regional); basta recorrer a diferentes técnicas cartográficas. O primeiro tipo de representação é designado de “distribuição escalonada”, no qual a altura dos escalones varia segundo as características (intensidade) de utilização do solo. E o segundo, de “distribuição de densidades”: neste caso é possível identificar e estudar objetos ou fenômenos em profundidades distintas (Haggett, 1965).

Para Haggett (1965), a utilização de métodos cartográficos para separar os componentes de escala superior (regional) dos de escala inferior (local) tem sido mais explorada

na prospecção geofísica e na previsão meteorológica. Entretanto este tipo de representação cartográfica por superfícies de tendência demonstra grandes possibilidades dentro da análise geográfica convencional, como por exemplo, a possibilidade de identificar regiões homogêneas, ou seja, regiões contínuas que apresentam características semelhantes. Três métodos de complexidade crescente são apresentados pelo autor:

- a) *Método da filtragem cartográfica*: consiste da subdivisão da distribuição original de um objeto em componentes regionais e locais. Procede-se pela sobreposição da área estudada com uma grade retangular, onde os valores (sejam eles estatísticos, relacionais, ou percentuais) são coletados nas células ou quadrículas da grade e plotados, em seguida, em um mapa de isolinhas. Admitindo-se que os mapas hipsométricos podem ser convertidos em modelos tridimensionais, conceitualmente, o mapa de isolinhas expresso em forma bidimensional também pode ser considerado como uma superfície tridimensional de tendência.
- b) *Superfície de tendência linear*: é um plano de ajuste ótimo, que pode ser considerado como simplesmente uma extensão lógica em uma terceira dimensão da regressão linear de duas dimensões. As regressões lineares podem ser derivadas a partir de uma série ordenada de valores de pontos de controle em duas direções com um ângulo reto entre si e a resultante será a direção (azimute entre 0 e 360°) e o mergulho (entre 0 e 90°) da superfície derivada destas linhas inclinadas de regressão. A redução dos mapas isoarítmicos a planos de tendência regionais permite uma rápida comparação em termos de direção e decaimento dos padrões geográficos;
- c) *Superfícies quadráticas e de ordem superior*: a adição de novos termos à equação permite construir uma série de superfícies polinomiais: quadrática, cúbica e assim por diante. Quanto maior o número de termos utilizados no cálculo, maior a correspondência da superfície calculada com a complexidade da superfície original.

A análise por superfícies de tendência é um método matemático usado para separar dados cartográficos em componentes de natureza regional, a partir de flutuações locais. Tendências regionais são computadas como superfícies polinomiais de ordens sucessivas, onde os valores residuais correspondem a flutuações locais; é a diferença aritmética entre os dados

originais e a superfície de tendência. Os mapas residuais são muito úteis neste tipo de análise, pois facilitam na identificação de anomalias, ou acentuam os traços do fenômeno de interesse (Grohmann, 2005).

Tais superfícies podem ser tomadas estatisticamente como “superfícies de resposta”; as variações na forma da superfície podem ser consideradas como respostas às variações da força e equilíbrio dos fatores hipotéticos determinantes, nas áreas correspondentes. Estes fatores podem ser concebidos em dois grupos: (i) os fatores regionais, que compreendem elementos tais como períodos de crescimento, de efeitos relativamente extensos e que tendem a se transformar de maneira sistemática e lenta através da área. Estes fatores dão origem a tendências de grandes escalas na superfície de resposta e; (ii) os fatores locais, que podem abarcar itens de caráter relativamente restritos e originam variações na superfície de resposta de forma não sistemática e irregular em sua distribuição, além de não reconhecer as tendências de dinâmicas muito lentas. As anomalias locais podem ser derivadas do mapa regional, sendo que os valores positivos ocorrem onde os valores locais excedem os regionais e os negativos, onde os valores regionais excedem os locais. São os chamados resíduos positivos e negativos (Haggett, 1965 e 1976).

3.4.2 Verificação por comparação de tendências

Haggett (1976), explica que a análise por regressão trata de definir a natureza da função $y = f(x)$, que liga x (causa) e y (efeito), e f é uma expressão simbólica que significa “função de”. A regressão linear é o primeiro tipo de associação entre duas variáveis plenamente calibradas. É a chamada análise por regressão simples, onde os valores de x e y representam uma escala aritmética e a linha de regressão é uma reta. Existem outras funções que podem produzir um melhor ajuste aos dados representados em um gráfico. Exemplos: (a) função exponencial: $\gamma = 1 - 0,01 e x$; (b) função exponencial: $\gamma = 10x^{1/2}$; (c) função polinômica: $\gamma = 10 - 5x + x^2$; e (d) função logarítmica: $\gamma = 1 + \log_{10} (x + 2)$.

Quando se faz necessário representar a realidade, onde um efeito não pode explicar-se por uma causa única e sim em função de um conjunto de causas, aplica-se a análise por regressão múltipla. Procedimento, por meio do qual o efeito (y) pode ser associado a certo número de causas combinadas ($x_1, x_2, \dots x_n$), afirma Haggett (1976). Em termos matemáticos, y é determinado por: $\gamma = a + bx + cx_2 + \dots zx_n$, onde $a, b, c, \dots z$ são constantes.

Thomas (1960) expôs um método para representar os resultados da análise por regressão, chamado de cartografia de resíduos, onde a representação se dá por meio de áreas com sinais (+ e -), que correspondem a anomalias em relação à distribuição, no caso dela obedecer exatamente às hipóteses de regressão. As hipóteses que proporcionam melhores medições caracterizam-se por mostrar anomalias positivas e negativas pouco extensas; ao contrário, mapas com extensos setores anômalos correspondem a ajustes pobres. A análise por regressão múltipla se mostra bastante eficiente neste aspecto, onde o conjunto de fatores é analisado de forma integrada e garante o diagnóstico das áreas que devem ser analisadas com prioridades e em níveis maiores de detalhamento (Haggett, 1976).

3.4.3 Níveis de medição e classes de intervalos

Para Sanders (2004, p. 2), “elaborar um sistema de medição supõe identificar de antemão os objetos e os atributos pertinentes ao tema em foco. De acordo com o fenômeno estudado os objetos podem ser de natureza muito diferente: conceitos, entidades espaciais, indivíduos, grupos sociais, mapas, são exemplos de objetos observáveis aos quais se podem associar atributos. As informações disponíveis e/ou medíveis são responsáveis por uma maior ou menor correlação entre o fenômeno que se deseja medir e o que é efetivamente observável. Trata-se, em cada caso, de levantar hipóteses sólidas sobre a cadeia de causalidade que vincula o que é medível com o fenômeno estudado”.

“Em numerosos casos, os objetos estudados são entidades espaciais. Estas podem constituir uma porção do espaço, podem ser segmentos de redes ou simples pontos localizados. Utiliza-se a expressão matriz de informação geográfica para descrever a matriz que tem nas linhas o conjunto das entidades espaciais consideradas e nas colunas, o conjunto dos atributos elegidos para caracterizar o fenômeno estudado” (Sanders, 2004, p. 2).

A variedade de mapas possíveis de serem elaborados é diretamente proporcional ao nível de medição dos dados coletados. Basicamente, a teoria dos estados de medição estabelece a existência de quatro escalas – nominal, ordinal, de intervalos e de relações, cujas propriedades são radicalmente distintas (Haggett, 1965 e 1976; Haggett *et al.*, 1977):

- 1) *escala nominal (classificatória)*: é aquela em que são usados números ou símbolos para identificar os objetos. O mapa nominal, em geral, não é mais que

um mosaico de áreas diferenciadas por cores ou hachuras variadas, representando cada uma delas uma classe definida;

- 2) *escala ordinal (hierárquica)*: é aquela em que os números e os símbolos são usados para identificar os objetos e para descrever suas relações com outros objetos. Diferencia-se da escala nominal por possuir além da relação de equivalência (=), as relações de superioridade ou inferioridade (> ou <). É usada frequentemente na simbologia cartográfica, onde são usados símbolos de diferentes tamanhos para identificar objetos segundo sua área ou fenômenos segundo sua classe ou zonas de ocorrência e;
- 3) *escala de intervalos e de relações*: a diferença entre estas duas escalas de nível superior é que na de intervalos não existe o zero absoluto, ao passo que na de relações existe. Suas propriedades são: equivalência; ordem; relação conhecida de dois intervalos quaisquer e; somente para a escala de relações, a propriedade adicional de relação conhecida entre dois valores quaisquer da escala.

De acordo com Haggett (1965 e 1976) e Haggett *et al.* (1977), a maior parte dos dados locais é medida ao nível mais elevado (escala de relações) e são representados cartograficamente por mapas isoarítmicos, de fluxos, ou por mapas coropléticos. À medida que aumenta o nível de medição, o mapa isoarítmico resultante adquire maior complexidade e precisão. Em mapas topográficos, as isolinhas são plotadas em intervalos iguais, pelo menos entre as altitudes baixas e intermediárias. Nos mapas estatísticos de dados locais, intervalos iguais não são tão úteis, pois apresentam problemas para representar pequenos setores em que se observam valores elevados no interior de grandes extensões com valores pequenos.

Robinson & Sale (1969) assinalam que a seleção de intervalos apropriados pode ser facilitada por meio de um diagrama de frequência acumulada, que relacione o primeiro componente (x, y) com o segundo (valores z). A coleção de dados é colocada em ordem de seus valores de z, que são somados progressivamente para dar a curva de frequências acumuladas; e sugerem assim, três métodos de escolha de classes de intervalos: (1) dividir os valores de z em classes de igual amplitude; (2) dividir os valores de x e y em intervalos iguais e; (3) dividir os valores de z em classes correspondentes a seções de variações uniformes (quebra natural) da curva de frequência. O primeiro método tem a vantagem de uniformidade e facilidade de comparação com outras áreas; o segundo tem a vantagem de distribuir a informação de modo

regular sobre o mapa, mas torna-se difícil a comparação com outras áreas; o último se baseia nas rupturas mais significativas da curva de frequência e resulta na imagem mais fiel aos detalhes das variações locais, no entanto, peca com relação à possibilidade de generalização e distribuição regular da informação, *apud* Haggett (1976) e Haggett *et al* (1977).

3.4.4 Comparação numérica

“A estatística espacial, num sentido metodológico mais amplo, designa-se a toda análise que utiliza a ferramenta estatística e que tem uma dimensão espacial, desde que esta dimensão se refira a ferramenta propriamente dita, ao objeto de análise ou as variáveis utilizadas para descrever este objeto (...) Para analisar a localização dos objetos, por exemplo, existem ferramentas específicas. Uma das mais clássicas é a medição da auto-correlação espacial, que da conta globalmente, da tendência dos lugares próximos de se unirem (auto-correlação positiva) ou, pelo contrário, a se oporem (auto-correlação negativa). Os variogramas, que vinculam a dispersão de uma variável e a distância a um centro dado, permitem evidenciar as discontinuidades na distribuição espacial do fenômeno estudado” (Sanders & Mathian, 2004, p. 2).

Um índice bastante usado é o coeficiente de correspondência areal (Ca), proposto por Minnick (1964), *apud* Unwin (1981), para avaliar a correspondência entre as variações nos padrões naturais de uma área, ou entre áreas e superfícies. É calculado pela seguinte fórmula:

$$Ca = \frac{\text{área onde os fenômenos ocorrem juntos}}{\text{área total coberta pelos dois fenômenos}}$$

O coeficiente Ca varia de 0 a 1, onde as distribuições completamente separadas ou sem nenhuma correspondência possuem valor zero, enquanto as distribuições coincidentes ou de total correspondência valem 1 (Unwin, 1981). este índice será usado para expressar a correspondência areal entre a vegetação natural localizada dentro dos limites das APPs (intra APPs) e a existente fora destas áreas (extra APPs).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A APA de Campinas foi criada pela Lei Municipal nº 10.850/01. Localiza-se no estado de São Paulo, entre as longitudes 46°49'00'' e 47°01'00'' e as latitudes 22°43'00'' e 22°56'00'', ocupando a porção nordeste do município. Com uma área de 223km², abrange todo o território do interflúvio dos rios Jaguari e Atibaia em Campinas (principais formadores do rio Piracicaba). Engloba os distritos de Sousas e Joaquim Egídio e os bairros Carlos Gomes, Chácara Gargantilha e Jardim Monte Belo. Limita-se com os municípios de Jaguariúna, Pedreira, Morungaba, Itatiba e Valinhos (Figura 4.1).

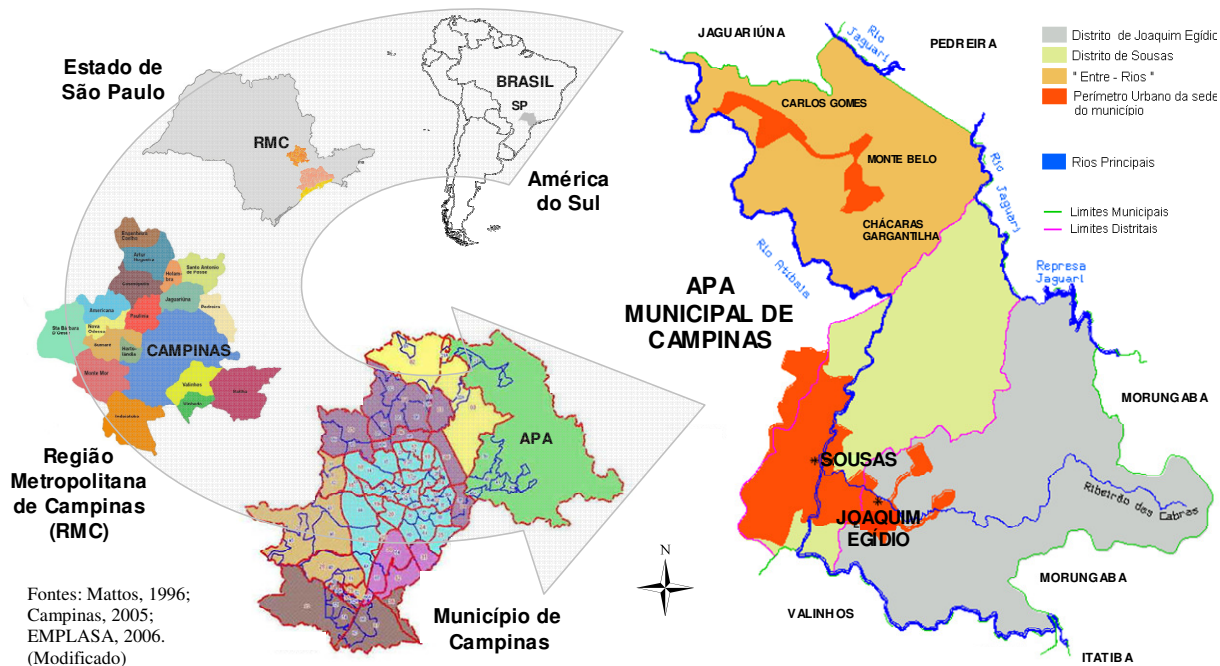


Figura 4.1: Localização, limites e divisão administrativa

Possui características tanto urbanas quanto rurais, constituindo um mosaico heterogêneo de manchas urbanas, pastagens, culturas anuais e perenes, reflorestamentos e remanescentes de vegetação natural. A agricultura é caracterizada por pequenas áreas de café, cana de açúcar e culturas de subsistência. Já as silviculturas com eucalipto e as pastagens ocupam grandes extensões (Miranda, 1996). É a região de Campinas onde a cobertura vegetal primitiva está mais bem representada, com fragmentos florestais descontínuos, mas em estado de conservação, ou condições, que ainda permitem a sua recuperação, possuindo “a maioria destes, áreas inferiores a 10ha ” (Santin, 1999). Nem todas as matas desta região representam

remanescentes de vegetação original e sim, áreas exploradas, ou florestas secundárias em diversos estádios de regeneração. As variações na riqueza parecem estar associadas à heterogeneidade ambiental ao longo da paisagem intrínseca da região e à ocorrência e intensidade de fatores de perturbação, e não simplesmente ao efeito da fragmentação (Santos, 2003).

As espécies encontradas na APA correspondem a mais de 50% do total listado para o município de Campinas, por Santin (1999), que em seus estudos, identificou na APA rara espécie arbórea - perobinha branca (*Aspidosperma riedelii*) já considerada extinta, sendo coletada, reproduzida e, posteriormente, reintroduzida na própria APA; assim como, nichos de vegetação rupestre (*Bromeliaceae*, *Cactaceae*, *Orchidaceae*) nos afloramentos rochosos, matacões e em associações com os demais tipos de vegetação natural (Figura 4.2; Anexo I). Isso indica a importância dos fragmentos desta área na manutenção do estoque regional de espécies.



Figura 4.2: Vegetação rupestre - bromélias e mandacarus - Laje Santa Maria, Joaquim Egídio, 2007

Num município situado na faixa de contato entre duas Províncias Geomorfológicas - do Planalto Atlântico e da Depressão Periférica - a APA corresponde à porção onde há o predomínio dos relevos com maior dissecação vertical da primeira. As altitudes observadas na Figura 4.3 demonstram um desnível altimétrico superior a 500 metros, variando entre 550 e 1075m.

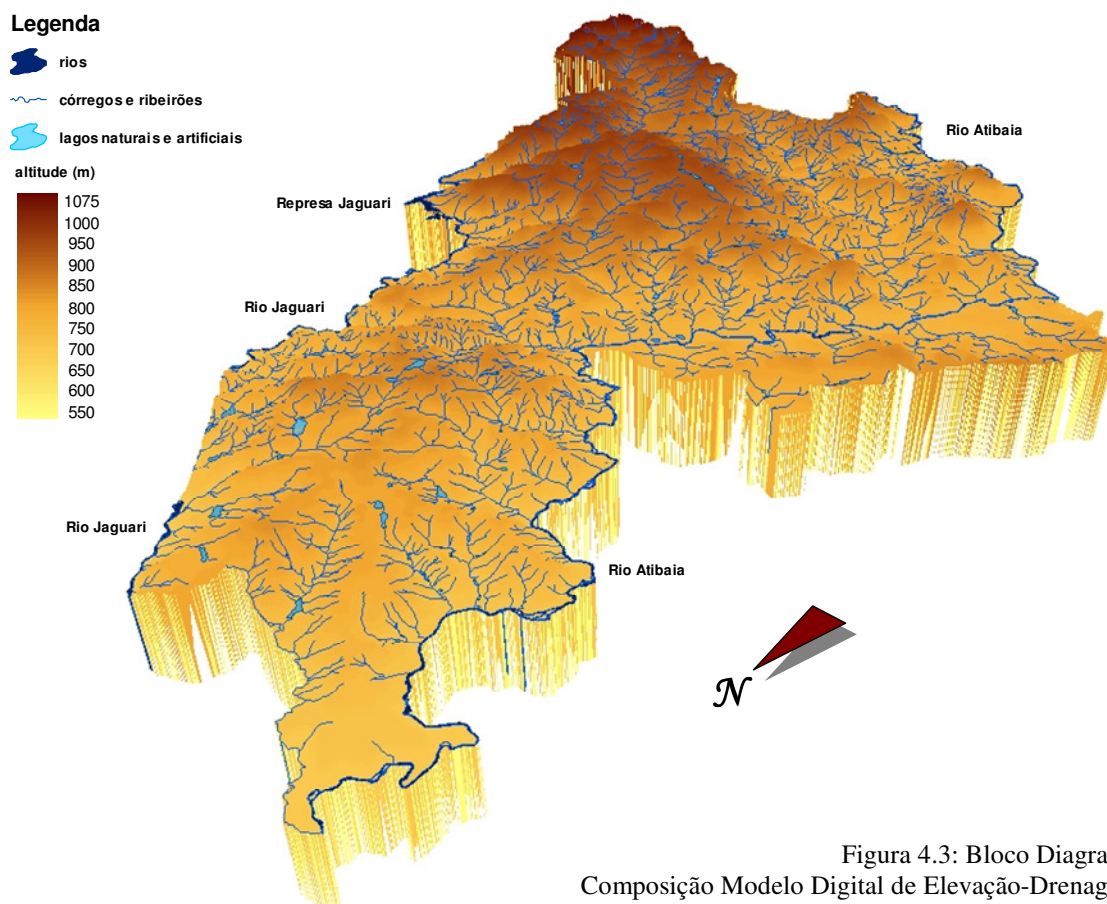


Figura 4.3: Bloco Diagrama
Composição Modelo Digital de Elevação-Drenagem

Segundo a classificação de Koeppen, o tipo climático dominante na região de Campinas é o Cwa - tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, com exceção de algumas áreas serranas, com o verão mais ameno, que se enquadram no tipo Cwb (Camargo *et al.*, 2006; Miranda *et al.*, 2006). Na APA, tais características climáticas contribuem para a modulação da paisagem e condicionam a prática de muitas das atividades humanas, particularmente as agrícolas. Dessa forma, em função de suas altitudes pronunciadas, observam-se nesta porção do município características transitórias, como temperaturas médias inferiores às porções

vizinhas de Campinas. Portanto, na APA, o clima pode ser classificado como Subtropical de Altitude (Mattos, 1996).

De acordo com o Instituto Geológico (1993) e Mattos (1996), o substrato rochoso da APA é constituído basicamente por quatro grandes unidades litoestratigráficas, onde predominam os terrenos cristalinos pré-cambrianos, do Proterozóico Médio e Superior, são eles: Suíte Granítica Morungaba, Suíte Granítica Jaguariúna, Complexo Itapira, e as rochas miloníticas na zona de cisalhamento Valinhos. São observados sedimentos do Quaternário nas planícies fluviais, e do Carbonífero-Permiano de origem glacial do Subgrupo Itararé, pertencente ao Grupo Tubarão. Nota-se também, a presença representativa de falhas comprovadas, fotolineamentos e alguns diques de pórfiros, além de uma faixa da zona de cisalhamento Campinas, conforme mostra a Figura 4.4. O Quadro 4.1 traz alguns detalhamentos referentes ao tempo geológico e à estratigrafia local.

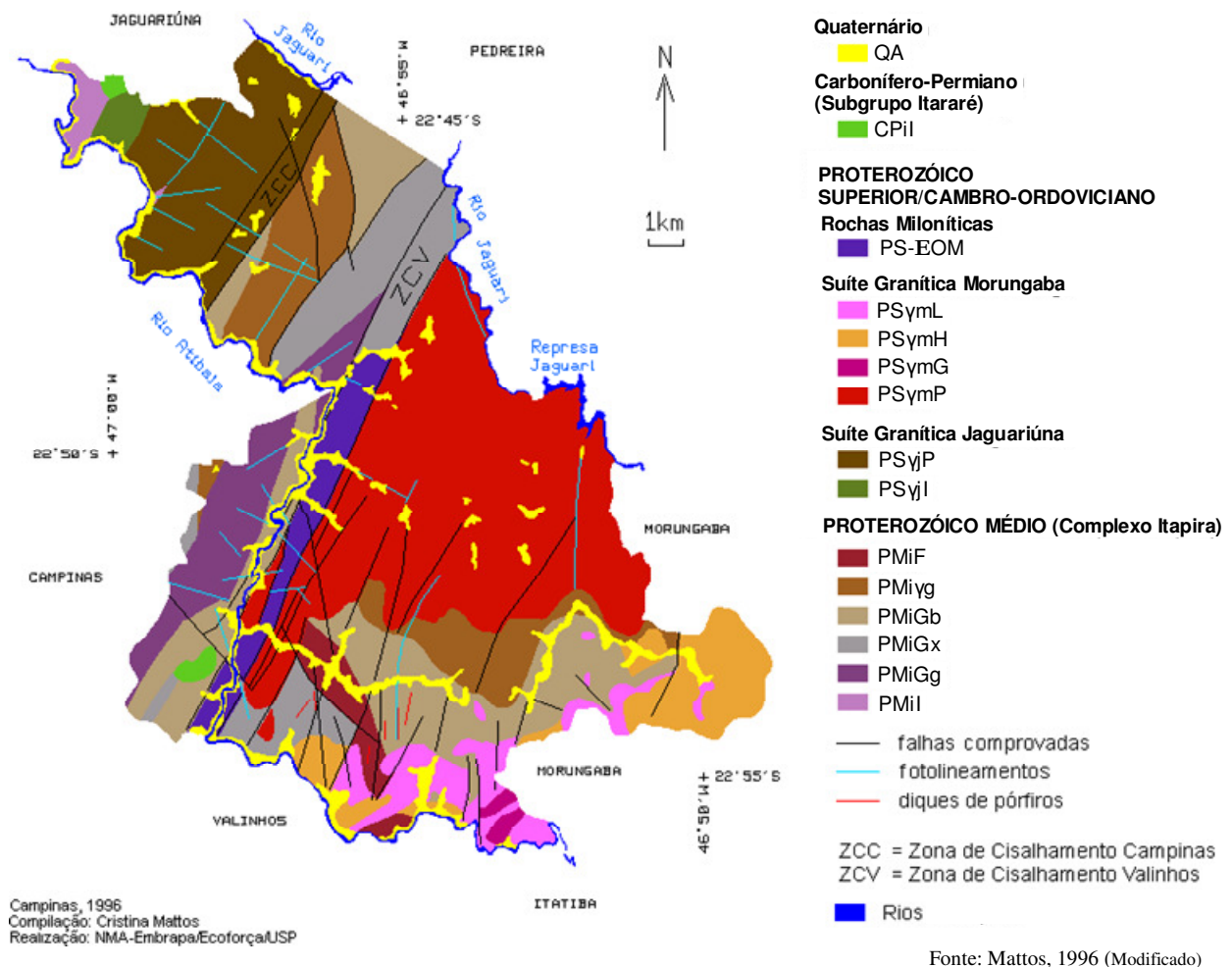


Figura 4.4: Geologia - embasamento cristalino e presença de descontinuidades

Quadro 4.1: Tempo geológico e unidades litoestratigráficas da APA de Campinas

Tempo geológico		Unidades		Descrição
Cenozóico	Quaternário	QA		Aluviões
Paleozóico	Carbonífero-Permiano	Subgrupo Itararé	CPiI	Arenitos feldspáticos; arenitos lamíticos
Proterozóico	Proterozóico Superior	PS-EOM		Protomilonitos, milonitos e ultramilonitos
		Suíte Granítica Morungaba	PS _γ mL	Biotita granitos 3b e quartizo-monzonitos maciços, róseo a róseo acinzentados, granulação média a grossa, equigranular a inequigranular, holocráticos a leucocráticos
			PS _γ mH	Biotita granitos 3b maciços, róseos, granulação média a fina, equigranular a levemente inequigranular, hololeucocráticos
			PS _γ mG	Biotita granitos 3b e granodioritos com granadas, maciços, cinza a róseo acinzentados, granulação fina a média, equigranular a levemente inequigranular, holocráticos ou hololeucocráticos
			PS _γ mP	Biotita quartizo-monzonitos e granitos 3b porfiríticos róseo, podendo ocorrer granitos 3b cinzento esbranquiçados a róseos, maciços e matriz de granulação média a grossa, leucocráticos a hololeucocráticos, com mega cristais de feldspato, potássio e subordinadamente de plagioclásio
		Suíte Granítica Jaguariúna	PS _γ jP	Hornblenda-biotita granitos 3b porfiríticos ou facoidais, foliados, cinza-rosados a rosa-acinzentados, com mega cristais ovalados de feldspato potássico e matriz fina a média, leucocrático, subordinadamente ocorre hornblenda-biotita granodioritos ou granitos 3b facoidais, com mega cristais de feldspato potássico róseo e matriz de cor cinza escura
			PS _γ jI	Biotita granitos 3b foliados, rosa-acinzentados a cinza-rosados de granulação média a grossa
	Proterozóico Médio	Complexo Itapira	PMiF	Hornblenda-biotita granitóide gnáissico facoidal blastomilonítico, cinza leucocrático médio com mega cristais de feldspato achatados esbranquiçados e matriz média a fina inequigranular
			PMi _γ g	Granitos gnáissicos com granada, turmalina e muscovita e raramente sillimanita de cor cinza claro, às vezes róseos, médios ou finos, equigranulares; ocorrem subordinadamente: gnaisses com olhos de feldspato grossos a médios, com turmalina granada e pouca biotita; biotita gnaiss de aspecto granitóide
			PMiGb	Gnaisses bandados: (hornblenda)-biotita ou biotita-hornblenda gnaiss de composição tonalítica, diorítica ou anfibolítica cinza médio a escuro; biotita gnaiss equigranular cinza médio ou claro; biotita gnaiss granitóide cinza médio ou granada-anfibólio-biotita gnaiss granitóide cinza-rosado ou levemente esverdeado; anfibólitos
			PMiGx	Gnaisses xistosos (muscovita)-granada-sillimanita-biotita; gnaisses xistosos com bandas de: granada-biotita gnaiss; rochas cálcio-silicáticas; anfibólitos esparsos, granito foliado com muscovita e/ou turmalina; grafita xistos; biotita gnaiss granitóide cinza médio; quartzitos
			PMiGg	Granada-biotita gnaisses cinza médios, finos com intercalações de biotita gnaiss cinza médio ou escuro de granulação média, equigranular; biotita gnaiss granitóide médio a grosso
			PMiI	Gnaisses indiferenciados - intercalam-se métrica e decimetricamente: biotita gnaiss cinza médio, biotita gnaiss granítico, biotita gnaiss fino mesocrático, biotita anfibólio gnaiss mesocrático, anfibólitos e possíveis rochas cálcio-silicáticas, granadas-biotita gnaisses granitóides, gnaisses xistosos

Fontes: Instituto Geológico, 1993; Mattos, 1996

Apresenta-se numa área divisora de águas, formada por tributários dos rios Jaguari e Atibaia, desenhando uma rede hidrográfica de padrão dendrítico a sub-dendrítico de alta densidade (Figura 4.5), com inúmeras nascentes, vales encaixados íngremes e erosivos, com canais em rocha. Localiza-se, portanto, em uma região de fluxo e refluxo do aquífero Cristalino e concentra a maior parte dos recursos hídricos do município (Campinas, 1996), constituindo assim, uma área estratégica para o abastecimento público, hoje responsável por mais de 80% da água consumida em Campinas (CETESB, 2006).

Devido, principalmente, aos fatores hidrogeológicos, as Áreas de Preservação Permanente da APA ocupam grande parte de seu território (cerca de 30%), configurando aproximadamente 67,56km². No entanto, em 1996, cerca de 80% das APPs encontravam-se em conflito com a legislação, ou seja, 45,12km² destas áreas tiveram sua vegetação natural eliminada e substituída por agro-ecossistemas ou áreas urbanas (Mattos, 1996). As informações relativas às APPs marginais aos corpos hídricos apresentam-se atualizadas no capítulo seguinte.

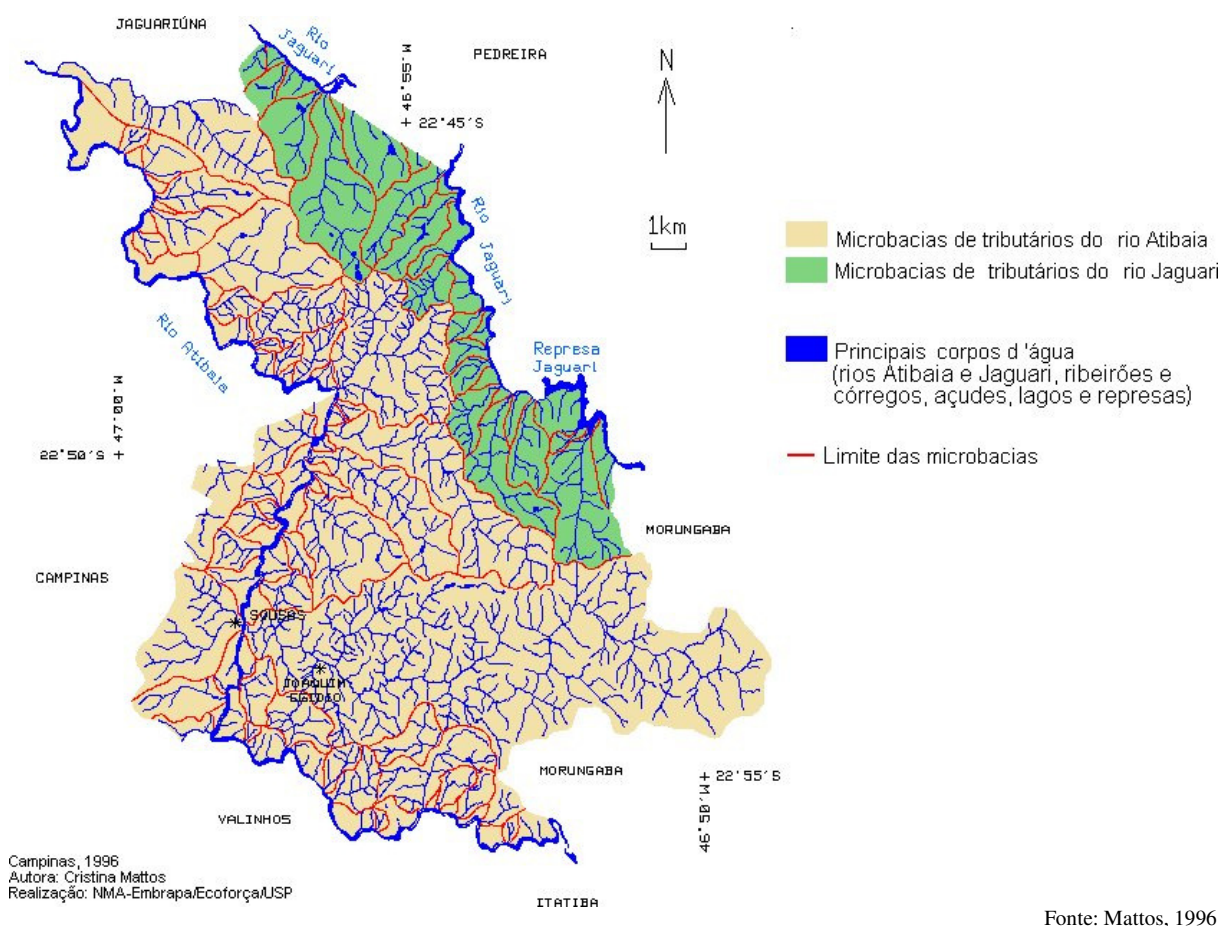


Figura 4.5: Rede hidrográfica de padrão dendrítico a sub-dendrítico de alta densidade

4.1.1 Demografia e o processo de “rururbanização”

As primeiras informações encontradas sobre a presença de colonizadores na região em estudo foram extraídas da hemeroteca João Falchi Trinca, onde, segundo Jolumá Brito, houve uma conexão de uma sesmaria a um patriarca da família campineira, José de Souza Siqueira, que a obteve e a fez registrar em 1737, cinco anos depois da fundação de Campinas (UNICAMP, 2002). Num período aproximado de cem anos, as atividades humanas nessa região resumiram-se na agricultura de subsistência e produção de cana-de-açúcar em pequena escala.

Por volta de 1830, iniciou-se, efetivamente, o desmatamento e a exploração dessas terras para a introdução do café, surgindo assim, muitas fazendas produtoras, a partir do desmembramento da referida sesmaria (Amaral, 1900). No decorrer desse processo, a maior parte da mata nativa da região foi destruída para dar lugar aos crescentes cafezais, deixando o solo vulnerável às intempéries climáticas (chuva, vento, sol), o que provocou, ao longo dos anos, grandes impactos ao meio.

Na década de 1860, a região de Campinas já era a maior produtora de café do estado de São Paulo. Na década seguinte a cidade comportava mais de 300 cafeicultores e exportava 1,3 milhão de arrobas de café, sendo conhecida como a capital agrícola da província. O crescimento populacional também era destacado, passando a ser a mais populosa da província, com 33 mil indivíduos – suplantando a capital, que possuía 26 mil (Semeghini, 1991). Isto se deve ao fato de que, no século XIX, promovida para dar sustentação ao desenvolvimento rural, ocorreu uma intensa migração estrangeira em Campinas, especialmente a italiana nos distritos de Sousas e Joaquim Egídio, a qual trouxe consigo tradições sociais e religiosas que se mesclaram às tradições locais no processo de aculturação e construção dos núcleos urbanos dos distritos (Miranda, 2002).

O centro urbano de Sousas surgiu a partir da construção de uma capela, em 1883, às margens do rio Atibaia, onde hoje se encontra a capela de São Sebastião (Amaral, 1900). Iniciou-se, assim, o processo de ocupação humana das planícies de inundação do Atibaia, sendo inaugurada a linha do Ramal Férreo Campineiro, em 1894, para escoar a crescente produção cafeeira (Figura 4.6), que até então era feita por carros de boi. Em 1912, entrou em funcionamento a usina hidrelétrica Salto Grande em Joaquim Egídio (Paula Neto, 2005).



Fonte: Biblioteca de Sousas

Figura 4.6: Ramal Férreo Campineiro - Estação das Cabras - Joaquim Egídio - 1915

No princípio do século XX, a região dos distritos já contava com cerca de 25 mil habitantes, em sua maioria de trabalhadores rurais. Todavia, devido aos aspectos negativos da crise do café, com a quebra da Bolsa de Nova Iorque em 1929, houve o rápido despovoamento da região, que em pouco tempo teve sua população reduzida a pouco mais que cinco mil pessoas (Adas, 1989). A partir da década de 50, com o novo impulso da economia rural, atrelado à intensificação da industrialização no município, instaurou-se um novo processo de urbanização na região, caracterizado pela implantação dos primeiros loteamentos e pelo surgimento de algumas indústrias em Sousas (Figura 4.7). Dessa forma, a urbanização do distrito de Sousas passou a se distinguir de Joaquim Egídio pela sua dimensão e dinamismo (Campinas, 1996).

Neste período, a população da atual APA de Campinas manteve-se praticamente estável e somente a partir de 1970, quando possuía 8.401 habitantes, pode ser notado um crescimento significativo, passando para 11.500 habitantes em 1980, 14.204 em 1991, 15.753 em 1996, e em 2000 sua população alcança os 20.924 habitantes (2,16% da população total de

Campinas), concentrando-se 16.896 na zona urbana, que ocupa 4% de seu território e apenas 4.028 habitantes na zona rural (Tabela 4.1). Constitui-se, portanto, sua maior parte de área rural e caracteriza-se por apresentar baixa densidade de urbanização (Campinas, 1996 e 2005).



Fonte: Biblioteca de Sousas

Figura 4.7: Construção da indústria química Merck Sharp & Dhome e bairro Nova Sousas - Margens do rio Atibaia Sousas – 1957

De acordo com Caiado *et al.* (2002), a zona rural da APA é composta por extensas glebas de domínio privado, desprovidas de qualquer equipamento público de apoio à população local e, de maneira geral, a maioria dessas glebas remanescentes está coberta com pasto sujo e reflorestamentos, sendo subutilizadas do ponto de vista da produção agropecuária.

Comparando o grau de urbanização da APA - 62,17% em 1996 - verifica-se que é menor que os 98,34% do município de Campinas. Das regiões que compõem a APA, o distrito de Sousas é o que passou por um processo de urbanização mais intenso, com um grau de urbanização de 93,77% em 1996, ao passo que a região do distrito de Joaquim Egídio teve um grau de urbanização de apenas 30,56% (Tabela 4.1). Dessa forma, encontram-se muitas áreas

desocupadas na região da APA, muito embora seja nessa direção que se tem dado a ocupação residencial de padrão médio e alto, através da implantação de condomínios fechados que acabam também direcionando outros grandes empreendimentos particulares e públicos (Cunha & Oliveira, 2001).

Tabela 4.1: Extensão territorial e evolução da população

SETORES	ANO	REGIÃO NORTE (APA)	DISTRITO DE J. EGÍDIO	DISTRITO DE SOUSAS	APA	MUNICÍPIO DE CAMPINAS
ÁREA (km ²)		62,25	89,25	65,50	222,80	796,60
POPULAÇÃO TOTAL (hab)	1970	63	2.555	5.783	8.401	375.864
	1980	1.053	2.749	7.698	11.500	664.559
	1991	1.585	2.843	9.776	14.204	847.595
	1996	1.730	2.660	11.363	15.753	908.906
	2000	N.D.	N.D.	N.D.	20.924	967.921
POPULAÇÃO URBANA (hab)	1970	N.D.	734	3.209	3.943	333.981
	1980	N.D.	936	4.445	5.381	591.557
	1991	882	1.152	9.159	10.311	824.924
	1996	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	872.652
	2000	896	925	15.075	16.896	951.824
POPULAÇÃO RURAL (hab)	1970	N.D.	1.821	2.574	4.395	41.883
	1980	1.053	1.813	3.253	6.119	73.002
	1991	703	1.691	617	3011	33.671
	1996	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	36.254
	2000	N.D.	N.D.	N.D.	4.028	16.097
GRAU DE URBANIZAÇÃO (%)	1970	N.D.	28,73	55,49	42,11	N.D.
	1980	N.D.	34,05	57,74	45,90	89,64
	1991	55,65	40,52	93,69	63,29	97,33
	1996	N.D.	30,56	93,77	62,17	98,34
	2000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/km ²)	1970	1,01	28,63	88,30	37,71	471,84
	1980	16,92	30,80	117,53	51,62	834,24
	1991	25,46	31,85	149,25	63,75	1.064,02
	1996	27,80	29,80	173,48	71,70	1.140,98
	2000	N.D.	N.D.	N.D.	93,91	1.215,07
TAXA DE CRESCIMENTO (% a.a.)	1970	N.D.	0,73	2,90	1,82	5,86
	1980	5,99	0,31	2,19	2,83	2,24
	1991	1,33	-1,31	3,57	1,20	1,43
	1996	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	2000					

Fontes: Campinas, 1996 e 2006 (Modificado)

Segundo o Plano de Gestão da APA, foi a partir da década de 1970, que se iniciou a aprovação de grandes loteamentos em áreas rurais, destinados a uma classe de renda mais elevada, com lotes de área média superior a 600m². Trata-se de loteamentos, como o Colinas do Ermitage e Caminhos de San Conrado, em Sousas; Morada das Nascentes e Vila da Natureza em Joaquim Egídio, cujas implantações resultaram em uma ruptura significativa no processo de expansão, até então, marcado pela continuidade do tecido urbano. Na década de 1980, foram aprovados oito loteamentos, entre eles, o Jardim Botânico e o Jardim Martineli, Residencial Cândido Ferreira e Parque Jatibaia, somando cerca de 1,2 milhão de m², com área média do lote de 580m² (Campinas, 1996).

Na década seguinte, foram aprovados sete loteamentos, somando cerca de 1,8 milhão de m², com área média dos lotes de 980m², entre eles o Parque das Hortênsias, Arboreto dos Jequitibás, Jardim Monte Belo e Parque das Colinas (Caiado *et al*, 2002). A localização dos loteamentos aprovados determinou, em grande parte, a configuração do perímetro da Zona de Expansão Urbana, delimitado em 1980, por exigência da Lei Federal nº 6.766/79 (Lei Lehmann) e retificado pela Lei Municipal nº 5.120/81, “que vigorou até a unificação dos dois perímetros procedida pela Lei nº 8.161/94” (Caiado *et al*, 2002, p. 163). É importante notar que a delimitação da Zona de Expansão Urbana atingiu dimensões significativas, resultando em grandes áreas intermediárias ainda hoje não ocupadas (Campinas, 1996), e constituindo assim a chamada Zona “Rururbana”, que compreende áreas com características mistas de ocupação, mesclando atividades da agropecuária com atividades urbanas.

Nos anos 90, iniciaram-se as atividades da mineradora Aquareia, que até os dias atuais utiliza a técnica de desmonte hidráulico para extração de areia, provocando sérios impactos na serra das Cabras, em Joaquim Egídio (Figura 4.8-B e C). Em levantamento realizado em 1995, constatou-se a existência de cerca de cinco loteamentos clandestinos na área rural de Sousas, que foram embargados pela prefeitura, sendo aberta ação civil no Ministério Público contra os proprietários e loteadores. “Alguns dos loteamentos implantados nas últimas décadas começam a adquirir uma nova feição dentro da malha urbana” (Campinas, 1996, p. 38). É o caso do Jardim Botânico, loteamento estritamente residencial, que abriga população de alta renda, e do Caminhos de San Conrado, de grande dimensão, com residências de padrão construtivo médio e alto. Esses loteamentos assumiram características de loteamentos “fechados” (Caiado *et al*, 2002), e foram seguidos por muitos outros, como o Jardim Sorirama, Parque Jatibaia e Colinas do Ermitage, que construíram cercas e guaritas em seus limites e acessos.

A aprovação destes loteamentos coincide com uma época de notável expansão econômica do município, que na década de 70, passaria de um centro regional de médio porte para a condição de grande cidade, o que talvez justifique a ousadia de empreendimentos de grande porte, como é o caso do Caminhos de San Conrado, com área total de aproximadamente 2.340.000m² e cuja ocupação se encontra em estágio avançado. O Loteamento Morada das Nascentes, depois de suas obras ficarem paradas por mais de dez anos, teve sua reabertura em 2001 (mesmo ano em que foi institucionalizada a APA de Campinas – Lei nº 10.850/01). Este empreendimento foi implantado em áreas impróprias à urbanização, o que provocou sérios

impactos ambientais, com queimadas, processos erosivos avançados, assoreamentos e tamponamento de nascentes, conforme mostra a Figura 4.8-A; o mesmo ocorrendo com o Vila da Natureza (Figura 4.9) e o Colinas do Ermitage, que ocupam terrenos com grandes inclinações (Campinas, 1996).

Figura 4.8:

(A) Retomada das obras do loteamento Morada das Nascentes - Joaquim Egídio - 2001;

(B) Desmonte hidráulico - Mineradora Aquareia - Faz. São Joaquim - Serra das Cabras - Joaquim Egídio - 2002; e

(C) Vista aérea da Mineradora Aquareia - 2006



Fonte: Kamá Ribeiro



Fonte: Kamá Ribeiro

Fonte: Google, 2007





Figura 4.9:
Loteamento Vila da Natureza - Joaquim Egídio:
(A) Urbanização, erosões e queimadas - 2002;
(B) Processo de voçorocamento - 2006



O distrito de Sousas apresenta, também, processos acentuados de exclusão social. Com menos de 10 mil habitantes, em 1991, já possuía uma população favelada da ordem de 787 habitantes (8,58% de sua população urbana). As ocupações irregulares localizam-se basicamente às margens do ribeirão dos Pires, que em 1993, possuía 80 barracos no Jardim Conceição e 65 construções precárias em alvenaria no Jardim Conceição II (Campinas, 1996). A Figura 4.10-A apresenta um panorama geral da área nos dias atuais; e na ocupação ribeirinha “Beco”, às margens do Atibaia, na região central do distrito, com mais de 50 famílias vivendo em constante situação de risco, uma vez que estão sujeitas a enchentes, doenças de veiculação hídrica e também a violência urbana (Figura 4.10-B e C).

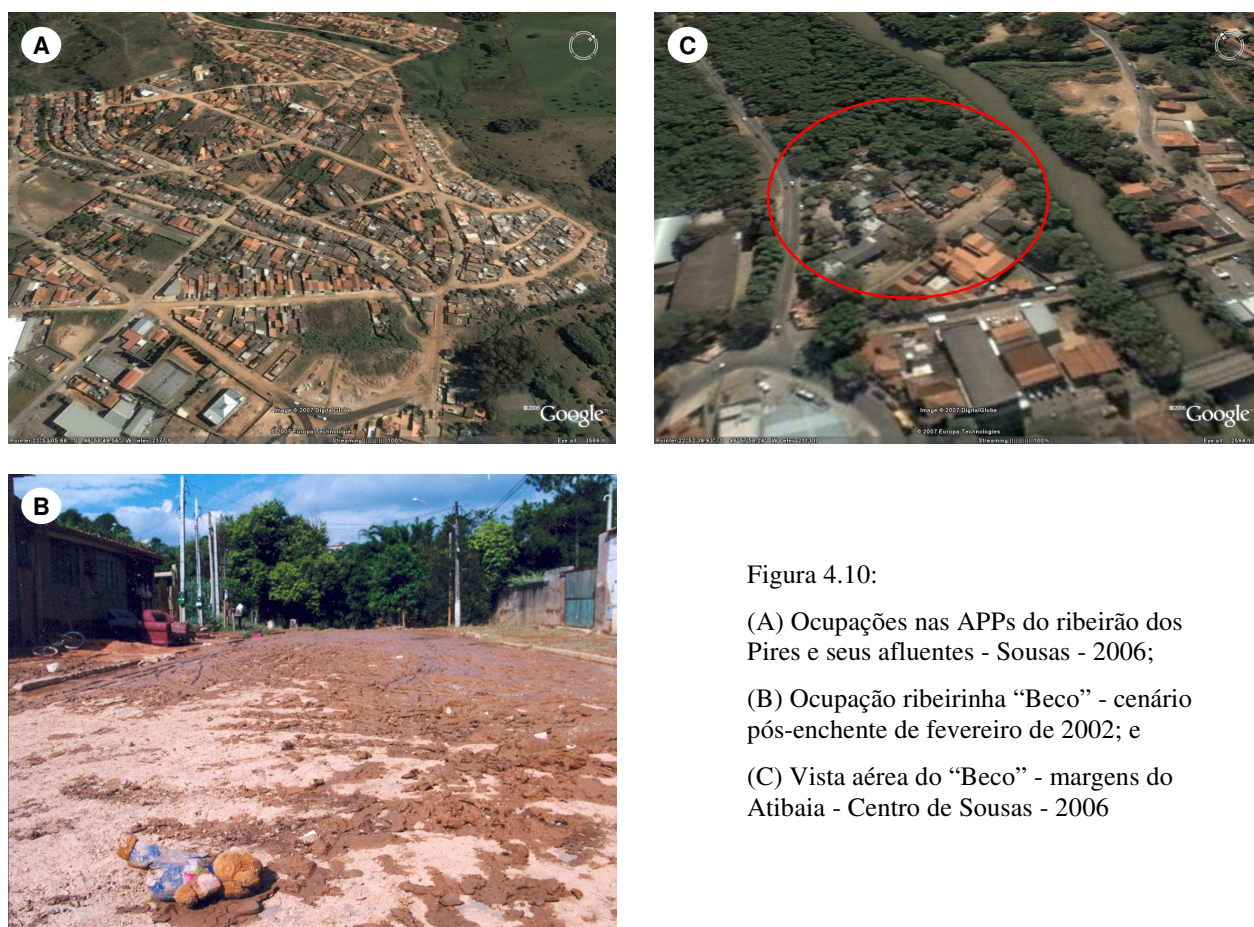


Figura 4.10:

- (A) Ocupações nas APPs do ribeirão dos Pires e seus afluentes - Sousas - 2006;
- (B) Ocupação ribeirinha “Beco” - cenário pós-enchente de fevereiro de 2002; e
- (C) Vista aérea do “Beco” - margens do Atibaia - Centro de Sousas - 2006

Fonte: Kamá Ribeiro

Além disso, alguns bairros legalmente regularizados, porém sem o devido planejamento ambiental, como é o caso do Jardim Bel Monte, Vila Santa Rita, Bairro da Estação e da própria região central dos distritos, também sofrem dos problemas de enchentes, em função de terem sido implantados nas planícies de inundação do Atibaia e seus afluentes.

São evidentes os conflitos relativos ao processo de ocupação do território e uso da terra, destacando-se as históricas e constantes enchentes, ocorrentes na APA. Tais conflitos iniciaram-se a partir da fundação dos centros urbanos de Sousas e Joaquim Egídio, no final do século XIX, culminando com a exposição das atuais populações ribeirinhas aos mesmos problemas de inundações já existentes há mais de 100 anos (Fasina Neto *et al.*, 2005). Estas constatações podem ser observadas na série histórica apresentada na Figura 4.11 e no Anexo II.



1905

Fonte: Biblioteca de Sousas



1960

Fonte: Rubens de Godoy



1970

Fonte: Biblioteca de Sousas



1983

Fonte: Biblioteca de Sousas



Fonte: Dep. de Saneamento e Ambiente - FEC - Unicamp

2002



Fonte: Wagner Neves

2003

Figura 4.11: Série histórica de enchentes na APA de Campinas

4.2 Base de dados

O primeiro passo para a realização deste estudo foi formular uma base de dados, a partir de levantamentos bibliográficos, iconográficos e cartográficos. A modelagem estatística e espacial deste material, após a realização de visitas à campo para confirmação dos dados obtidos, deu origem a três Cenários Prognósticos (CPs) e sete Planos de Informação (PIs). As relações entre os objetivos, critérios e as técnicas utilizadas no levantamento, tratamento, análise e expressão dos dados estão apresentadas resumidamente no Quadro 4.2. A Figura 4.12 representa o desenho físico de tais procedimentos.

Quadro 4.2: Parâmetros de obtenção, tratamento e avaliação dos dados

	Objetivo	Critério	Técnica
Legislação ambiental	Conhecer as áreas passíveis de serem consideradas de preservação permanente	Restrições ao uso previstas na legislação pertinente	Levantamento e análise da bibliografia
Material iconográfico digital	Levantamento e análise das características da superfície da APA	Elementos de reconhecimento (cor, textura, padrão, forma, tamanho, aspectos associados, limites)	Organização sistemática do material iconográfico para construção do mosaico a partir de fotos aéreas digitais de 2001 e 2003 (Campinas, 2005) e imagens digitais de 2006 (Google, 2006)
Uso da terra e vegetação natural	Identificação e mapeamento dos fragmentos de vegetação natural e do uso da terra	Elementos de reconhecimento (cor, textura, padrão, forma, tamanho, aspectos associados, limites)	Mapeamento por identificação visual no mosaico digital, reclassificação, saídas à campo para registro fotográfico, georreferenciamento e confirmação dos dados obtidos; e construção dos PIs do Uso da Terra (PI-UT) e da Vegetação Natural (PI-VN)
Hidrografia e APPs	Identificação e mapeamento dos corpos hídricos e suas APPs	Elementos de reconhecimento (cor, textura, padrão, forma, tamanho, aspectos associados, limites)	Sobreposição e ajuste em tela da carta digital de hidrografia (Campinas, 2005) ao mosaico, em ambiente CAD; mapeamento por identificação visual; obtenção do PI dos Corpos Hídricos (PI-CH); e geração do PI das APPs dos Corpos Hídricos (PI-APPCHs)
Cenários Prognósticos da Vegetação Natural	Identificação das áreas de maior vulnerabilidade à escassez de vegetação natural	Área, forma e localização dos fragmentos remanescentes	Interpolação pelos métodos <i>GPI</i> e krigagem (<i>Geostatistical Analyst - ArcGIS 9.1</i>) do PI da Vegetação Natural; conversão para formato <i>raster</i> e reclassificação
PI do Uso da Terra nas APPs dos Corpos Hídricos	Identificação dos usos aos quais se submetem as APPCHs	Categorias de uso	Integração por lógica booleana - <i>SQL (ArcToolbox - ArcGIS 9.1)</i> , entre os PIs do Uso da Terra e das APPs dos Corpos Hídricos e reclassificação
PI de Conformidade e Conflito das APPs dos Corpos Hídricos	Diagnóstico da situação legal das APPs-CHs	Coincidência espacial entre vegetação natural e APPs	Integração por lógica booleana - <i>SQL (ArcToolbox - ArcGIS 9.1)</i> , entre os PIs de Vegetação Natural e das APPs dos Corpos Hídricos e reclassificação
PI de Correspondência Areal da Vegetação Natural nas APPs dos Corpos Hídricos	Diagnóstico da área relativa entre vegetação natural intra e extra APPCHs	Correspondência espacial entre vegetação natural intra e extra APPCHs	Integração por lógica booleana - <i>SQL (ArcToolbox - ArcGIS 9.1)</i> , entre os PIs de Vegetação Natural e das APPs dos Corpos Hídricos e reclassificação

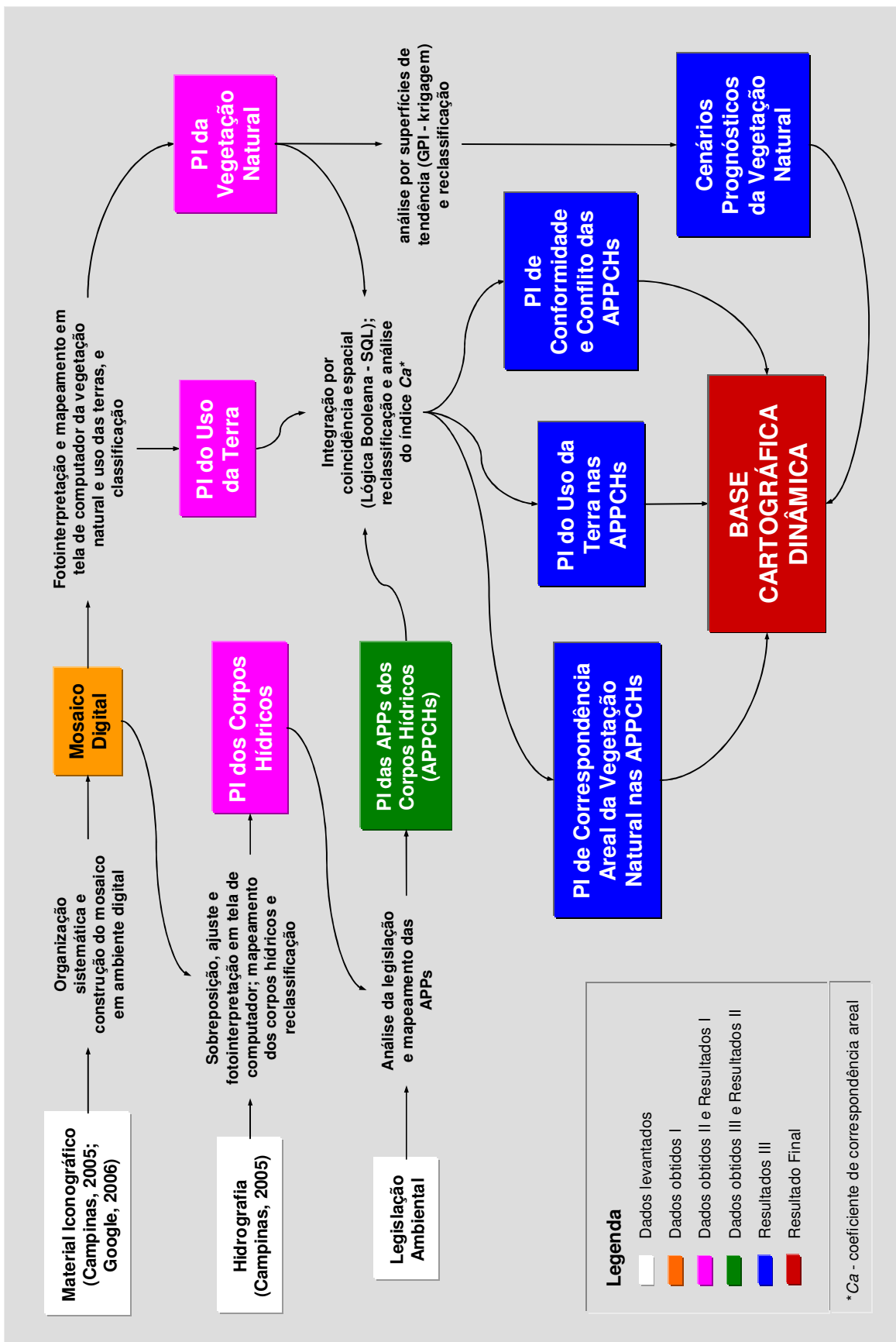


Figura 4.12: Procedimentos para obtenção, tratamento e expressão dos dados

4.2.1 Organização e interpretação dos dados

Marchetti e Garcia (1986) explicam que a reunião de fotografias retificadas (ortofotos), nas quais a distorção radial oriunda da projeção central é eliminada, resulta em uma composição denominada mosaico controlado, onde é possível obterem-se medidas reais, além de permitir uma interpretação mais precisa dos objetos observados.

Com este objetivo, a partir da organização sistemática, no programa *AutoCAD 2005*, de 42 fotos digitais, referentes ao sobrevôo de 2003, as quais sofreram uma retificação parcial (Campinas, 2005), procedeu-se a montagem do que foi considerado como um mosaico semi-controlado, onde nem todas as distorções foram totalmente corrigidas, mas no qual é possível inferir alguns dados bem próximos à realidade. O resultado foi uma vista geral da área em estudo (Figura 4.13-A). Em algumas áreas que não foram cobertas pelo referido mosaico, fez-se necessário o uso de imagens complementares, sendo: (a) duas fotos aéreas digitais, referentes ao sobrevôo de 2001 (Campinas, 2005), e um mosaico de 35 imagens digitais datadas de 2006, disponíveis na Internet (Google, 2006), para as áreas descobertas da porção leste; (b) um mosaico constituído de 40 imagens digitais de 2006 (Google, 2006), para recobrir as áreas do extremo noroeste da APA e; (c) uma composição de 11 imagens digitais de 2006 (Google, 2006), utilizadas para atualizar informações sobre o uso da terra numa faixa diagonal (nordeste-sudeste), conforme mostra a Figura 4.13-B. Tais procedimentos foram realizados utilizando os programas *Google Earth 4.0.1693 (beta)* e *AutoCAD 2005*.

O sistema de classificação escolhido para expressar as características dos objetos fotointerpretados (revestimentos naturais e culturais da superfície) baseou-se em chaves de classificação propostas por Marchetti & Garcia (1986). Essas chaves de classificação foram construídas em função dos elementos de reconhecimento - cor, textura, padrão, forma, tamanho, relação com aspectos associados e limites - sendo preparadas para cada caso particular (áreas relativamente homogêneas), como mostra o Quadro 4.3.

Dessa forma, foram identificadas nesta etapa onze categorias - cinco para os grandes grupos de uso da terra (áreas urbanas, culturas, pastagens, silviculturas e solos expostos); três para a vegetação natural (matas semidecíduas, matas mistas, e campos de várzea); e três para os corpos hídricos (rios, córregos e ribeirões, e lagos naturais e artificiais). A Figura 4.14 exemplifica de forma geral o procedimento fotointerpretativo, o qual é descrito com maior detalhamento nos itens seguintes.

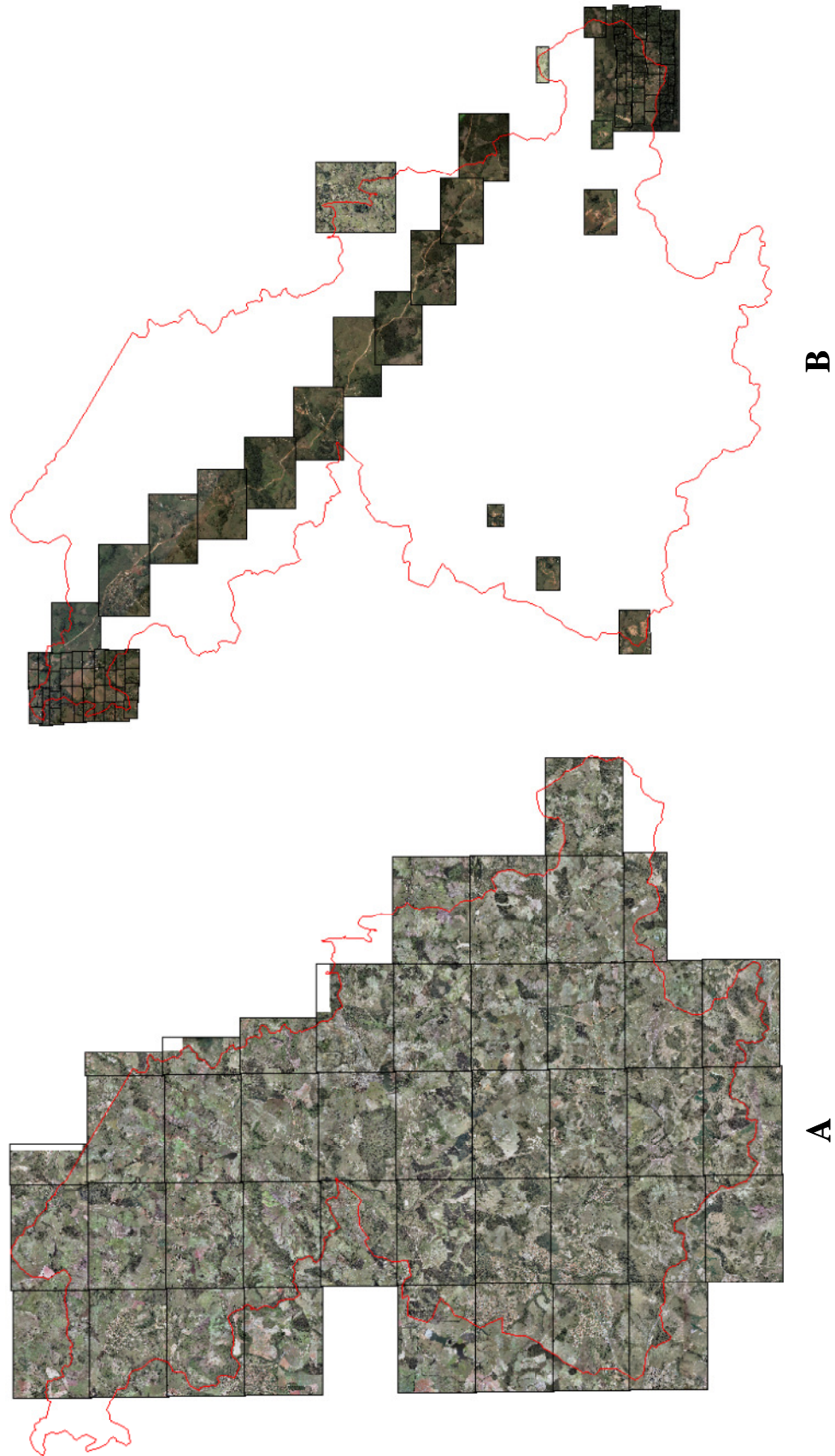


Figura 4.13: (A) Mosaico de fotos digitais de 2003; (B) complemento de fotos digitais de 2001 e mosaicos de imagens digitais de 2006

Quadro 4.3: Chave de classificação para interpretação dos revestimentos superficiais do território da APA em imagens aéreas coloridas

ELEMENTOS DE RECONHECIMENTO

	Cor	Textura	Padrão	Forma	Tamanho	Aspectos Associados	Limites
Áreas Urbanas	Laranja claro alternado com cinza claro (áreas edificadas); cinza médio a escuro (vias asfaltadas) ou: verde variado (árvores e áreas verdes)	Grosseira	Descontínuo	Regular	Médio a grande	Sistema viário (ruas pavimentadas ou não) e confluência de estradas; outras manchas urbanas	Indefinidos
Culturas	Verde médio ou verde amarelado	Aveludada; marchetada ou; média	Descontínuo, ordenado	Regular, geométrica	Pequeno a médio; raramente médio a grande	Geralmente localizam-se próximos às sedes das fazendas; entrecortadas por pequenas estradas ou carreadores	Definidos
Pastagens	Verde claro; verde amarelado ou; verde acinzentado	Fina/aveludada (pastos limpos) e média a grosseira (pastos sujos)	Contínuo	Irregular	Grande	---	Variáveis
Silviculturas	Verde escuro	Grosseira	Blocos ordenados, maciços	Regular	Médio a grande	Presença de pequenas estradas ou carreadores	Definidos
Solos Expostos	Marron acinzentado, marron claro, marron amarelado, marron avermelhado (terra arada ou obras de construção civil); cinza claro com manchas escuras (queimadas)	Fina (terra arada); média (queimadas)	Descontínuo, ao acaso	Regular (terra arada); irregular (queimadas)	Pequeno a médio; médio	Geralmente localizam-se próximos às sedes das fazendas; áreas de loteamentos em fase de implementação	Definidos
Matas Semidecíduas	Verde médio a escuro	Grosseira	Descontínuo, ao acaso, maciços	Irregular	Variável	Geralmente localizadas nas áreas mais elevadas	Definidos
Matas Mistas	Verde médio a escuro	Grosseira	Descontínuo, ao acaso, maciço	Irregular	Variável	Geralmente localizam-se próximos às sedes das fazendas; associadas a reflorestamentos, pomares	Definidos
Campos de Várzea	Verde claro a médio	Fina	Descontínuo, ao acaso	Irregular	Pequeno	Localizam-se nas planícies de inundação, fundos de vales, nascentes	Definidos
Rios	Verde médio a escuro; verde amarronzado; marron claro, médio e escuro ou; marron avermelhado	Muito fina, espelhada; eventualmente espumante	Dendrítico a sub-dendrítico	Irregular	Grande	---	Definidos
Córregos e Ribeirões	Marron escuro, quando visível	Imperceptível	Dendrítico a sub-dendrítico	Irregular	Pequeno a médio	Eventualmente associados a matas ciliares e/ou lagos	Indefinidos
Lagos Naturais e Artificiais	Verde médio a escuro; verde amarronzado; marron claro, médio e escuro ou; marron avermelhado	Muito fina, espelhada	Dendrítico a sub-dendrítico	Predominantemente irregular	Pequeno a médio	---	Definidos

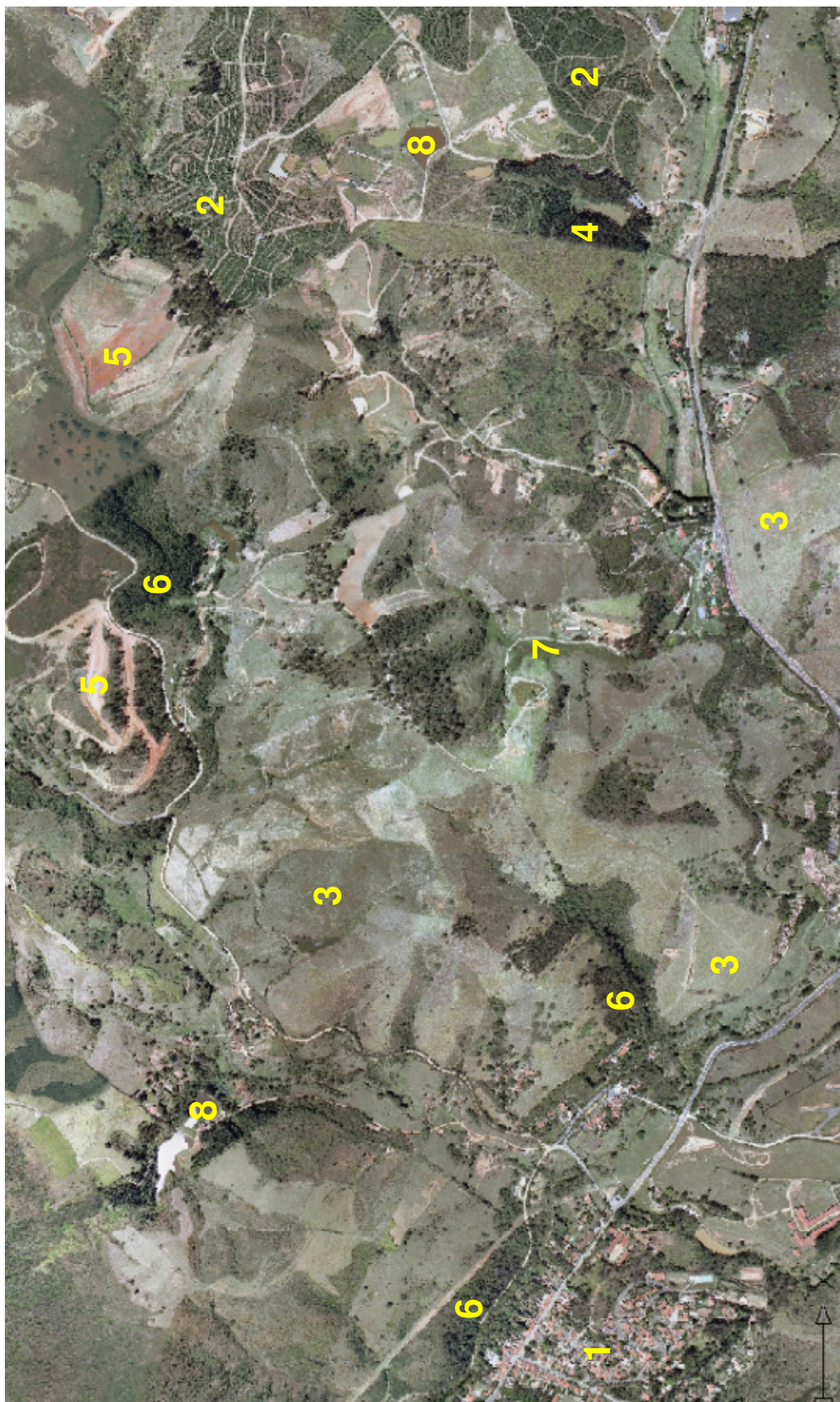


Figura 4.14: Exemplos das classes identificadas: (1) áreas urbanas, (2) culturas, (3) pastagens, (4) silviculturas, (5) solos expostos, (6) matas mistas, (7) campos de várzea, e (8) lagos naturais ou artificiais

4.2.2 Mapeamento temático por fotointerpretação

Foram adotadas oito classes para o mapeamento e análise do uso da terra, entre elas: (a) áreas urbanas: áreas com infra-estrutura e urbanização consolidada; (b) culturas: culturas agrícolas diversas; (c) pastagens: áreas destinadas à pecuária, incluindo pastos sujos e limpos; (d) silviculturas: florestas artificiais, destinadas à produção de madeira, lenha e celulose (eucalipto e pinus); (e) solos expostos: terrenos desprovidos de cobertura vegetal (solos arados, áreas queimadas, erosões, atividades mineradoras, empreendimentos imobiliários - Figuras 4.8 e 4.9); e (f) vias principais: caminhos e vias de acesso; conforme a Figura 4.15 e o Anexo III.

A partir da migração destes dados para o programa *ArcGIS 9.1*, e posterior tratamento e reclassificação, deu-se a construção do Plano de Informação do Uso da Terra (PI-UT).



Figura 4.15: Exemplos das classes de uso da terra: (a) áreas urbanas; (b) culturas; (c) pastagens; (d) silviculturas; (e) solos expostos; e (f) vias principais

Por não se tratar de informação imprescindível para a realização dos objetivos desta pesquisa, optou-se por não detalhar aspectos baseados na composição florística dos fragmentos de vegetação natural estudados, sendo classificados, predominantemente, de acordo com sua fisionomia, a qual pode ser facilmente identificada no material aerofotogramétrico; entretanto, para ampliar a compreensão das classes adotadas, foram considerados também outros fatores relevantes (caducifoliedade, grau de alteração e regeneração).

Assim, a partir do mosaico digital em ambiente *CAD*, os remanescentes de vegetação natural foram identificados, mapeados e classificados da seguinte maneira: (a) matas semidecíduas: fragmentos de composição florística comprovada (Santin, 1999; Campinas, 2001; Santos, 2003); (b) matas mistas: desenvolveram-se em áreas manejadas ou exploradas em associações com reflorestamentos, pomares e espécies exóticas e; (c) campos de várzea: formações não florestais de fisionomia tipicamente herbáceo-arbustiva, normalmente, associadas a pastagens e reservatórios (Figura 4.16 e Anexos I e III). Não foram adotadas classes específicas para a vegetação rupestre e matas ciliares, pois estas podem conter ou estar contidas nas três classes descritas acima, além de que, para tanto seriam necessários estudos florísticos detalhados. Este material foi exportado posteriormente para o programa *ArcGIS 9.1*, para tratamento e reclassificação, resultando na construção do Plano de Informação da Vegetação Natural (PI-VN).

Os corpos hídricos foram mapeados a partir da sobreposição e ajuste visual, em tela de computador, da carta digital de hidrografia (Campinas, 2006a) ao mosaico digital, utilizando-se o programa *AutoCAD 2005*. Os dados foram reclassificados da seguinte maneira: (a) rios: rios Jaguari e Atibaia; (b) córregos e ribeirões: riachos, canais de drenagem e demais cursos d'água naturais e; (c) lagos naturais e artificiais: lagoas, açudes, barramentos e reservatórios (Figura 4.17 e Anexos III e IV). Em seguida, obedecendo às faixas de proteção previstas pela legislação pertinente, foram mapeadas, no *AutoCAD 2005*, as APPs marginais aos corpos hídricos.

A partir do tratamento e reclassificação destes dados no *ArcGIS 9.1*, foram elaborados: o Plano de Informação dos Corpos Hídricos (PI-CHs) e o Plano de Informação das APPs dos Corpos Hídricos (PI-APPCHs). Este foi cruzado com o PI-UT, dando origem aos Planos de Informação do Uso da Terra nas APPs dos Corpos Hídricos (PI-UT-APPCHs); e com o PI-VN, gerando o PI de Conformidade e Conflito nas APPs dos Corpos Hídricos (PI-CC-APPCHs) e o PI de Correspondência Areal da Vegetação Natural nas APPs dos Corpos Hídricos (PI-CaVN-APPCHs), pelo qual foi calculado o índice *Ca* - coeficiente de correspondência areal.



Figura 4.16: Exemplos das classes de vegetação natural: (a) matas semidecíduas; (b) matas mistas; e (c) campos de várzea.



Figura 4.17: Exemplos das classes de corpos hídricos identificadas: (a) rios; (b) córregos e ribeirões; e (c) lagos naturais e artificiais.

4.2.3 Análise por superfícies de tendência

No *ArcGIS 9.1*, usando os recursos de geoestatística (*Geostatistical Analyst*), o PI da Vegetação Natural foi submetido ao método análise por superfícies de tendência, passando da representação coroplética (escalonada) para uma forma isoarítmica (contínua), onde os dados referentes à área e localização dos fragmentos são separados em componentes de natureza regional, a partir das flutuações locais, que correspondem aos erros residuais produzidos no cálculo das referidas superfícies (Haggett, 1965; Pawling, 1973; Grohmann, 2005).

Foram testados métodos interpoladores em variações diversas nos níveis de medição, componentes de escala e classes de intervalo; buscando a representação mais fiel dos objetos e fenômenos estudados. Os dois métodos que forneceram as melhores representações foram:

(i) o método GPI (*Global Polynomial Interpolation*), pelo qual foram plotadas superfícies polinomiais de ordens sucessivas, possibilitando, numa escala de análise mais generalizada, estudar as chamadas tendências regionais na distribuição espacial, ou padrões locais do conjunto de fragmentos de vegetação natural. Este método deu origem ao primeiro cenário prognóstico; e

(ii) o método krigagem (*Ordinary Kriging - Quantile Map*), que produziu, em escala local, o ajuste ou a hipótese com a melhor medição, permitindo detectar anomalias (flutuações locais) nos padrões regionais dos objetos estudados, ou a diferença entre a superfície de tendência e os dados originais (erros residuais), gerando os outros dois cenários.

Visando o aumento da acurácia e confiabilidade dos dados, procedeu-se a reconversão destas superfícies em dados matriciais, o que possibilitou a redução do tamanho das quadrículas (*pixels*), resultando em imagens de 2068 colunas por 2232 linhas, com quadrículas de 10 x 10m, para reclassificação semi-automática. Assim, em função do método utilizado e de suas respectivas hipóteses de ajuste, cada porção territorial de 100m² (quadrícula), assumiu um valor de predição, de acordo com sua densidade de vegetação natural.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante esclarecer, a priori, que para não desviar o foco do objeto de estudo - a vegetação natural - fizeram-se necessárias algumas generalizações, a viabilizar a aplicação dos procedimentos anteriormente apresentados. Assim, alguns tipos de uso que, em termos areais, são pouco representativos, como é o caso das edificações rurais, acabaram sendo englobados na categoria pastagens. Um outro exemplo é a categoria solos expostos, que enquadra feições relacionadas a atividades humanas distintas (movimentos de terra, erosões, queimadas, áreas agrícolas etc.). Há que se considerar, neste caso, que dependendo da atividade enquadrada nesta categoria, a resposta aos fatores de perturbação a que for submetida pode variar expressivamente.

Sob tais considerações, os resultados do levantamento do uso da terra na APA de Campinas apresentam-se espacializados no PI de Uso da Terra (Figura 5.1), e resumidos na Tabela 5.1, onde pode ser verificado que predominam a ocorrência de pastagens, com 13.759,33ha (61,61%), que se distribuem de forma relativamente homogênea por todo o território; seguidas da vegetação natural (matas semidecíduas e mistas, e campos de várzea), com 3.298,65ha (14,78%), e das silviculturas, com área de 2.203,80ha (9,87%), compostas por grandes talhões concentrados, principalmente, nas regiões central, sul e leste. As áreas urbanizadas e os terrenos com solos expostos também ocupam porções representativas, sendo 1.130,54ha (5,06%) e 869,57ha (3,89%) respectivamente, destacando-se uma extensa mancha de solo exposto, localizada na porção central, que representa uma área de constante ocorrência de queimadas. O inventário da vegetação natural remanescente pode ser visualizado no PI da Vegetação Natural (Figura 5.2). Foram mapeados 1.805 fragmentos, totalizando 3.298,65ha, sendo 65 compostos de matas semidecíduas - 1.558,15ha (47,24%); 1541 de matas mistas - 1.644,82 (49,86%); e 199 de campos de várzea - 95,72ha (2,90%), conforme mostra a Tabela 5.2.

A aplicação dos procedimentos analíticos tem início com a plotagem das superfícies de tendência e de um diagrama de frequência acumulada, para auxiliar na verificação das possíveis classificações, de acordo com a área e distribuição das amostras. Destas, 1.525 (84,49%) possuem área inferior à média, que é de 1,83ha, e 903 fragmentos (50%) possuem área inferior à mediana - 0,29ha. O maior fragmento identificado foi a mata Ribeirão Cachoeira, com área igual a 219,98ha (6,67%) e o menor, um fragmento de mata mista, com área inferior a 0,01ha (26.37m²), apresentando um desvio padrão de 7,61ha; o que revela uma elevada dispersão entre os dados amostrais e sua média.

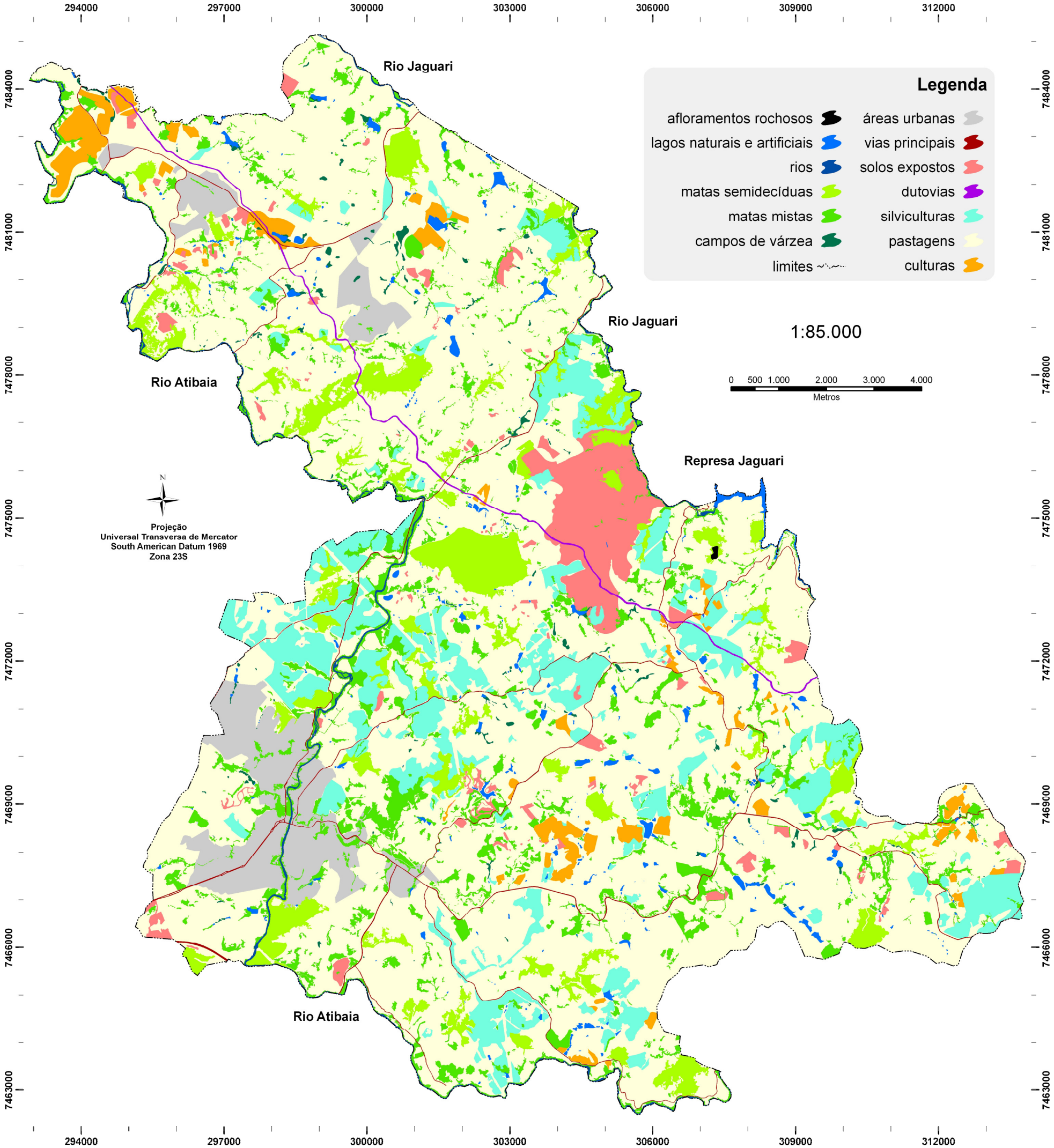


Figura 5.1: Plano de Informação do Uso da Terra (PI- UT)

Tabela 5.1: Classes de uso da terra

Classes de uso	Ocorrência	Área (ha)	Perímetro (m)	Área Relativa (%)
Áreas urbanas	05	1.130,54	129.765,41	5,06
Vias principais	15	129,63	241.564,22	0,58
Solos expostos	102	869,57	124.522,58	3,89
Dutovias	01	63,31	44.290,67	0,28
Silviculturas	176	2.203,80	352.903,73	9,87
Pastagens	11.363	13.759,33	2.048.752,95	61,61
Culturas	79	502,09	90.240,10	2,25
Afloramentos rochosos	01	3,19	795,93	0,01
Lagos naturais e artificiais	441	228,06	117.136,49	1,02
Rios	02	143,75	147.794,61	0,64
Matas semidecíduas	65	1.558,15	396.691,25	6,98
Matas mistas	1541	1.644,82	1.085.851,20	7,37
Campos de várzea	199	95,72	71.086,66	0,43
TOTAL	14.312	22.331,92	4.851.395,80	100,00

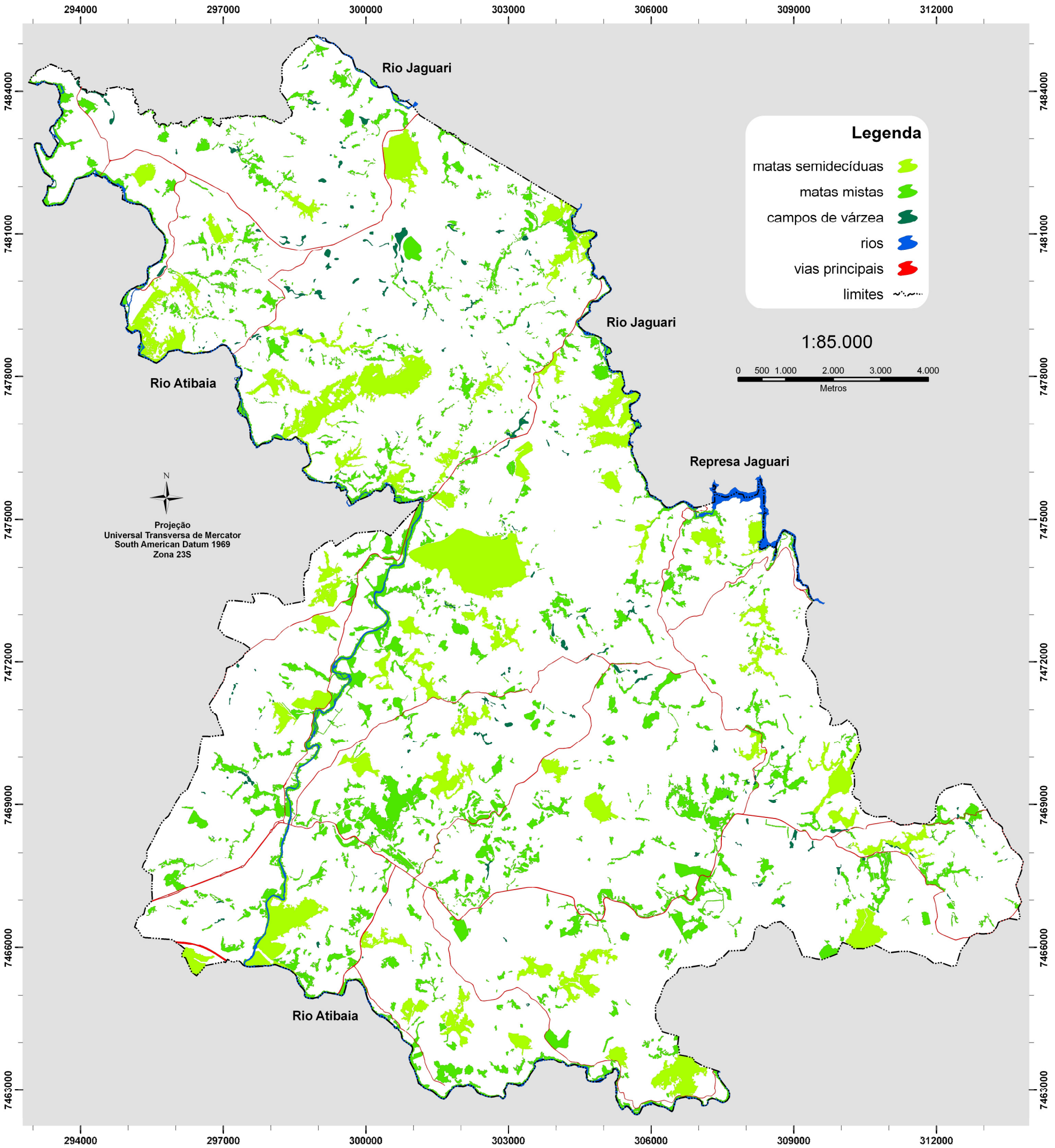


Figura 5.2: Plano de Informação da Vegetação Natural (PI-VN)

Tabela 5.2: Classes de vegetação natural

Classes	Ocorrência	Área (ha)	Perímetro (m)	Área Relativa (%)
Matas semidecíduas	65	1.558,15	396.691,25	47,24
Matas mistas	1541	1.644,82	1.085.851,20	49,86
Campos de várzea	199	95,72	71.086,66	2,90
TOTAL	1.805	3.298,65	1.553.629,11	100,00

Os cenários obtidos foram organizados nas Figuras 5.3, 5.4 e 5.5, que apresentam as superfícies de tendência e suas respectivas legendas interpretativas, construídas a partir do cruzamento do referido diagrama com os dados contidos nas Tabelas 5.3, 5.4 e 5.5, onde são propostas três hipóteses de ajuste de classes de intervalo, para a melhor representação da distribuição estatística e espacial dos fragmentos.

A primeira hipótese foi aplicada às superfícies geradas pelo método *GPI* e balizou-se entre os ajustes automáticos *quantile* e *smart quantile* - *ArcGIS 9.1*, sendo interpoladas cinco superfícies regionais em ordens sucessivas, a partir dos valores das áreas dos fragmentos de vegetação natural (Figura 5.3). Nas superfícies linear e cúbica (1ª e 3ª ordens) são observadas tendências mais generalizadas, apresentando um suave descaimento - de sudoeste para nordeste - nos padrões dos objetos estudados. Já nas superfícies de ordens superiores (4ª, 7ª e 10ª), começam a se revelar algumas flutuações locais, ou porções que apresentam valores acima ou abaixo da área média do conjunto dos fragmentos, destacando-se as seguintes regiões homogêneas: em vermelho e laranja, as que possuem baixas densidades de vegetação; verde claro e escuro com as maiores densidades; e em amarelo na faixa intermediária.

Estas superfícies em escalas superiores, segundo (Haggett, 1965) permitem análises a cerca de processos duradouros e de transformação mais lenta, mas que se mantêm vinculados aos processos mais dinâmicos e localizados. Dessa forma, o estudo da vegetação passa a focar não somente os atributos individuais de cada fragmento, mas principalmente as inter-relações existentes no conjunto dos remanescentes, inerentes as suas dimensões, formas e localizações. É o estudo da distribuição espacial, ou da localização relativa no espaço, definida por Elissald & Saint-Julien (2004) como “situação”. Um exemplo destas inter-relações pode ser tomado, a partir da superfície GPI de 10ª ordem (Figura 5.3). Nesta superfície podem ser verificadas duas regiões especiais: a região “1”, que assume a maior concentração dos menores valores de área média ($\leq 0,10\text{ha}$); e a “2” com os valores mais altos ($> 3,75\text{ha}$). São dois sistemas distintos, porém, devido situarem-se próximos, exercem intensas relações entre si, entendidas por Grasland (2004) como interação espacial, a qual é evidenciada pela queda brusca nos padrões mais localizados, da região “2” para a “1”, ou seja, de sudoeste para nordeste - mesmo sentido observado nas superfícies regionais, de 1ª e 3ª ordens, para toda a APA. Isto pode representar, portanto, a existência de processos de difusão espacial, ou de relações causais no espaço, como a influência dos processos locais na dinâmica dos fenômenos regionais e vice-versa.

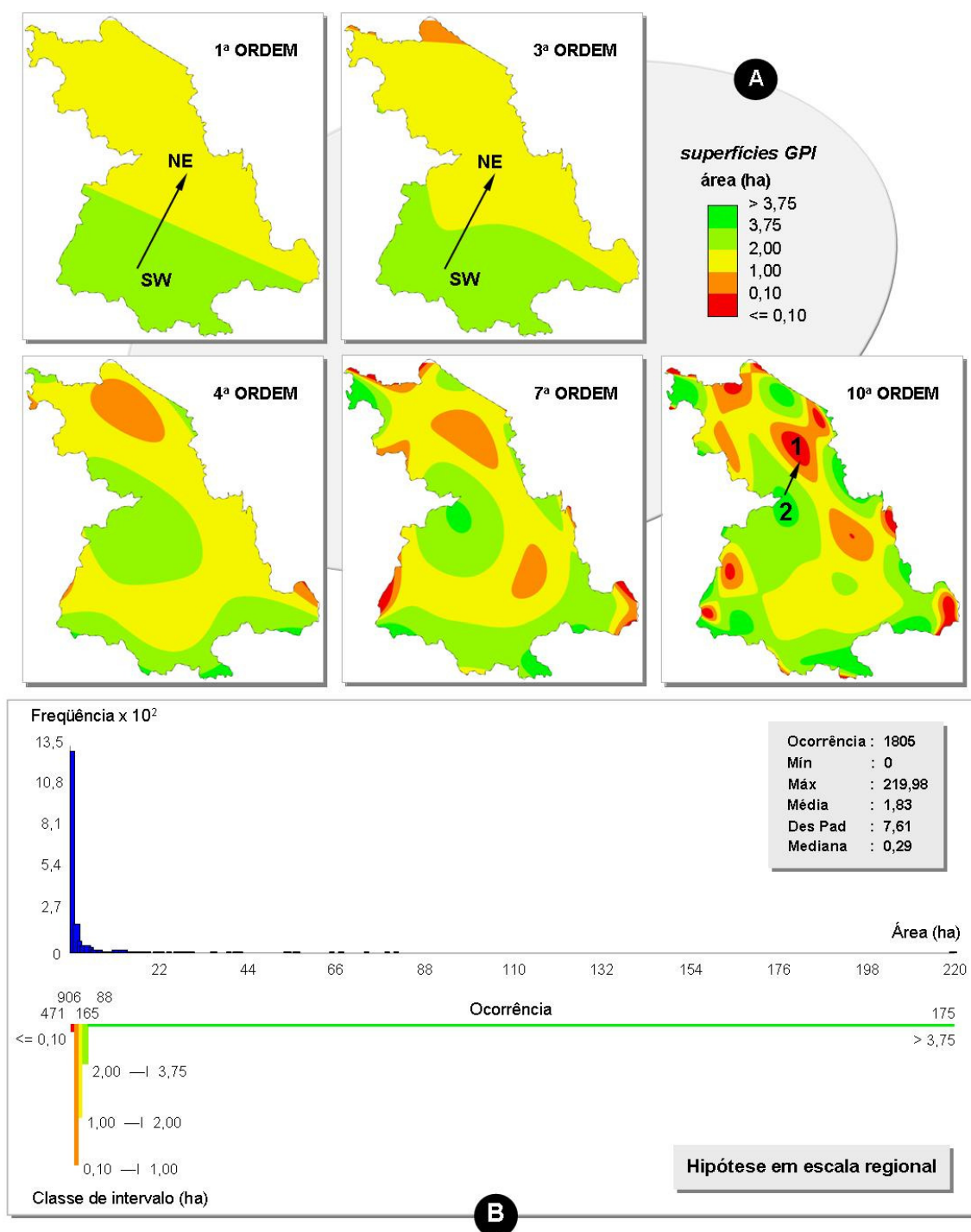


Figura 5.3: Cenário I: (A) Superfícies de tendência em escala regional - GPI - interpolações em ordens sucessivas; e (B) Legenda interpretativa classe x frequência

Tabela 5.3: Hipótese I - classes de intervalo em escala regional para a vegetação natural

Classes de área (ha)	Ocorrência	Área (ha)	Perímetro (m)	Área (%)
Até 0,10	471	24,87	56.340,04	0,88
0,10 — 1,00	906	347,37	395.050,32	10,42
1,00 — 2,00	165	237,83	175.408,57	7,22
2,00 — 3,75	88	245,24	148.757,60	7,42
Acima de 3,75	175	2.443,35	778.072,47	74,06
TOTAL	1.805	3.298,66	1.553.629,00	100,00

Utilizando o método krigagem, encontrou-se uma superfície local, portanto com maior correspondência à complexidade dos dados originais. Nesta superfície foi aplicada a segunda hipótese, que consiste do refinamento do ajuste automático *quantile* - *ArcGIS 9.1*, visando obter uma distribuição regular das amostras em relação às áreas dos intervalos. Isto possibilitou visualizar o cenário prognóstico das regiões homogêneas, onde se localizam os diversos objetos amostrados (Figura 5.4).

Assim, as regiões em vermelho entremeadas no conjunto de fragmentos abarcam áreas com densidades mínimas; os fragmentos que possuem áreas em torno da mediana distribuem-se na zona da interface entre a região vermelha e a laranja; aqueles que oscilam na média ocupam por sua vez a zona de transição da região laranja para a amarela; os fragmentos com área acima da média e até 7,50ha localizam-se na região amarela; os acima destes e com teto em 35,00ha localizam-se na verde claro; acima deste valor, em verde escuro, verificam-se somente treze regiões que se encontram envolvidas pelos maiores fragmentos.

A terceira e última hipótese, por sua vez, partiu do refinamento do ajuste *standart deviation* - *ArcGIS 9.1*, sendo aplicada sobre a superfície local, de modo a evidenciar as flutuações ou anomalias extremas - zonas de desvios máximos em relação aos padrões locais (Haggett, 1976), associados às descontinuidades abruptas na configuração dos remanescentes (Gatrell, 1983; François, 2004; Pumain, 2004). São os erros residuais que, por um lado, assumem os maiores valores localizados no interior das grandes matas; e por outro, valores negativos que correspondem, em sua maioria, a áreas desprovidas de vegetação natural e com maior vulnerabilidade à escassez. A Figura 5.5 apresenta a composição desta superfície ao PI de Vegetação Natural, expondo a situação dos fragmentos em relação a tais regiões de densidade, evidenciando assim, as áreas que devem ser investigadas prioritariamente para a aplicação de medidas corretivas e preventivas.

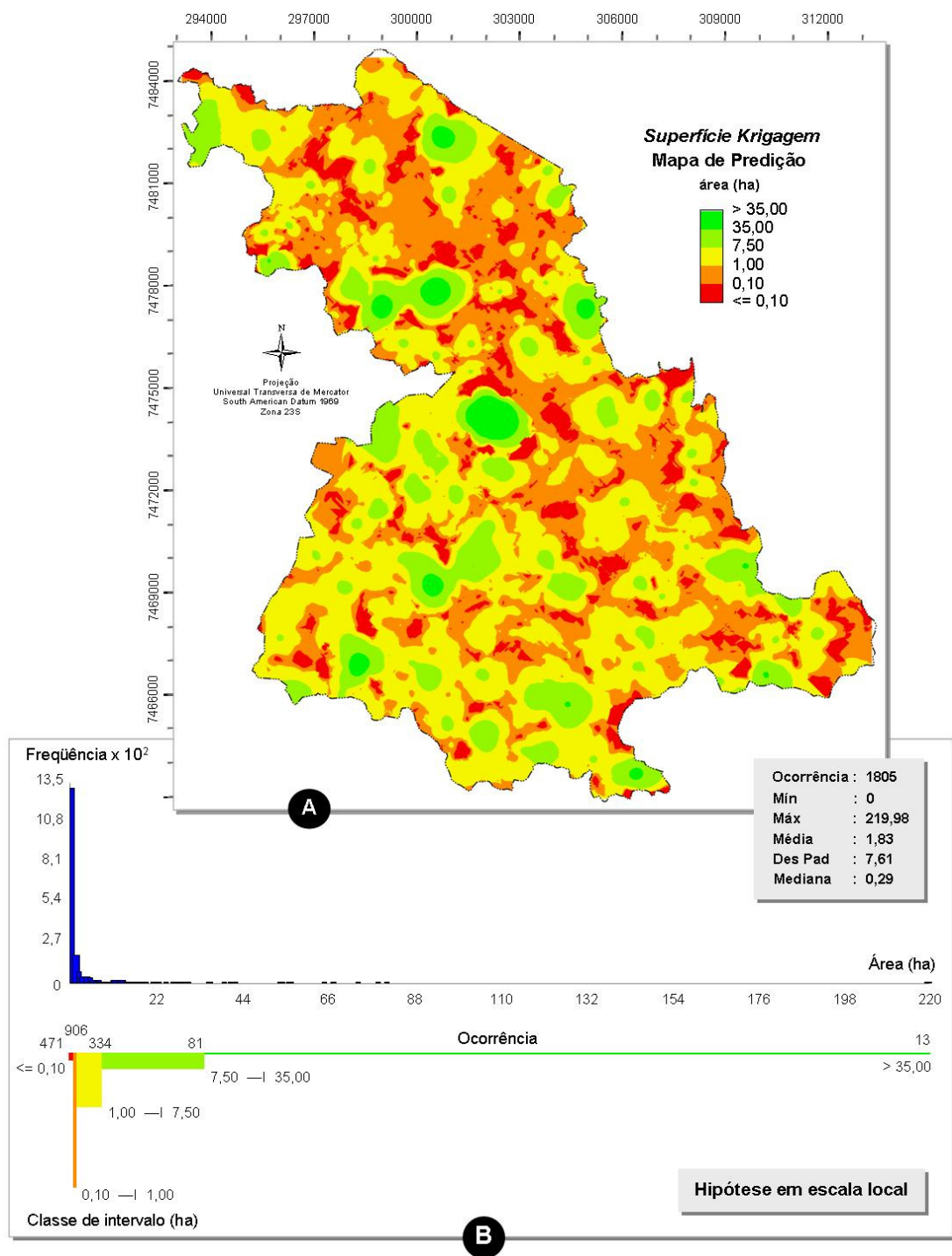


Figura 5.4: Cenário II: (A) Superfície de tendência em escala local - krigagem (Mapa de Predição) - distribuição uniforme das amostras; e (B) Legenda interpretativa classe x frequência

Tabela 5.4: Hipótese II - classes de intervalo em escala local para a vegetação natural

Classes de área (ha)	Ocorrência	Área (ha)	Perímetro (m)	Área (%)
Até 0,10	471	24,87	56.340,04	0,88
0,10 — 1,00	906	347,37	395.050,32	10,42
1,00 — 7,50	334	906,20	539.463,92	27,47
7,50 — 35,00	81	1.126,58	401.191,87	34,15
Acima de 35,00	13	893,64	161.582,85	27,08
TOTAL	1.805	3.298,66	1.553.629,00	100,00

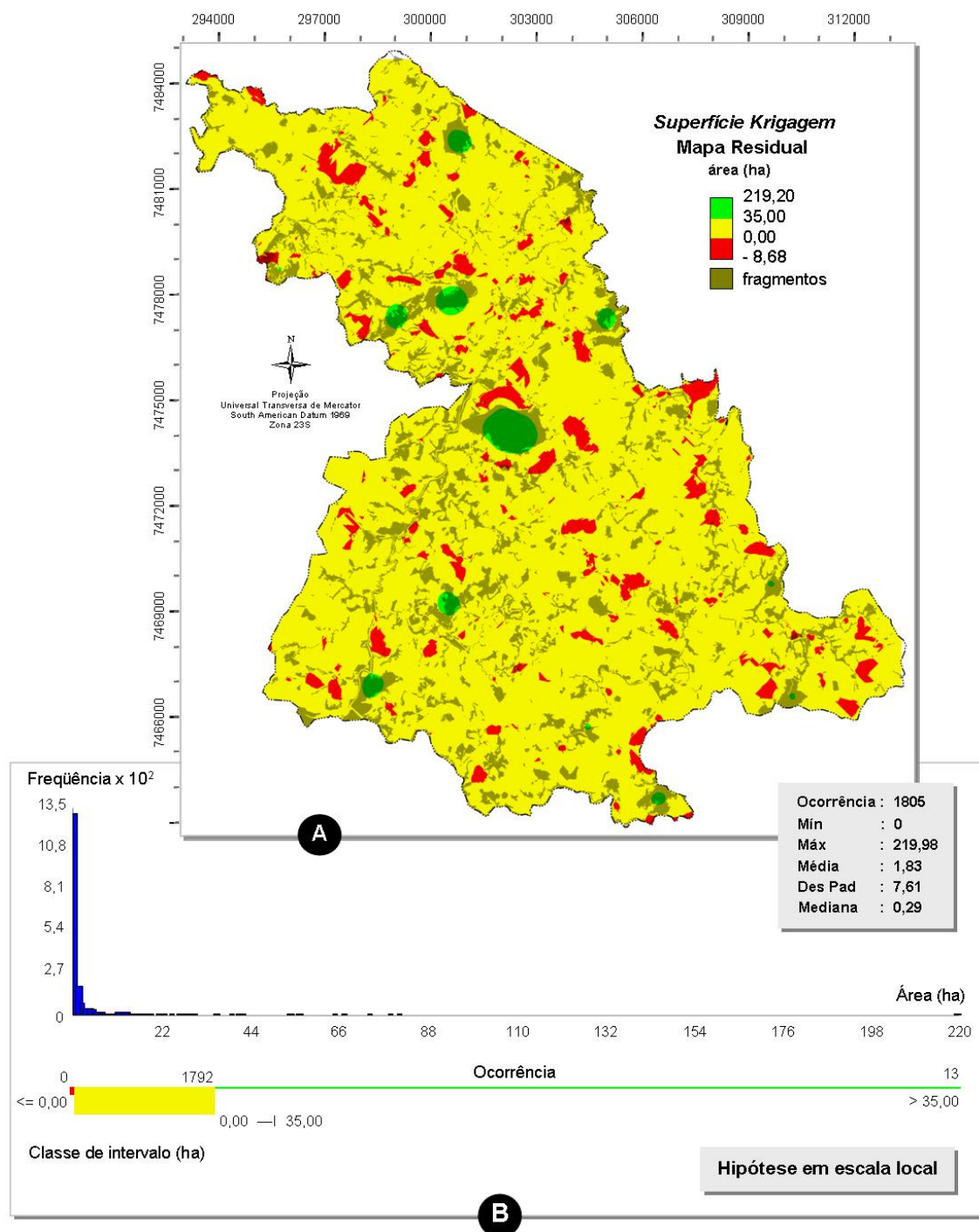


Figura 5.5: Cenário III: (A) Composição da superfície de tendência em escala local - krigagem (Mapa Residual) com o PI-VN - áreas prioritárias para investigações; e (B) Legenda interpretativa classe x frequência

Tabela 5.5: Hipótese III - classes de intervalo em escala local para a vegetação natural

Classes de área (ha)	Ocorrência	Área (ha)	Perímetro (m)	Área (%)
Até 0,00	00	0,00	0,00	0,00
0,00 — 35,00	1792	2.405,02	1.392.096,15	72,92
Acima de 35,00	13	893,64	161.582,85	27,08
TOTAL	1.805	3.298,66	1.553.629,00	100,00

O PI dos Corpos Hídricos (PI-CH) apresenta-se na Figura 5.6, onde foram identificados 441 lagos (naturais e artificiais), somando uma área de 228,06ha, com média igual a 0,52ha, e os rios Atibaia e Jaguari totalizam 143,75ha (Tabela 5.1). É importante ressaltar que estes rios delimitam a APA em grande parte de seu trajeto no município. Em face disso e partindo do princípio que o centro dos rios é o limite, somente a porção interna foi computada no cálculo de suas áreas; do contrário, ocorreria o problema de superdimensionamento da área total da APA. Além disso, parte do rio Jaguari foi classificada como “lagos naturais e artificiais”, devido à presença da Represa Jaguari (Anexo IV).

No PI das APPs dos Corpos Hídricos (Figura 5.7) verifica-se que, em função da alta densidade da rede hidrográfica presente, grande parte das APPs interligam-se, formando uma extensa área contínua (em verde) com 5.631,38ha, e que representa 91,15% do total das APPs (6.177,85ha), abrangendo tanto sub-bacias do Atibaia, quanto do Jaguari, localizadas no interflúvio destes rios (Tabela 5.6). Em alguns pontos, observa-se a ocorrência frequente de regiões extra-APPs (fora das APPs) totalmente cercadas por estas.

A densidade dos rios e a ocorrência de reservatórios subterrâneos são funções diretas da composição litológica, ou seja, zonas de rochas permeáveis liberam menos água aos rios, o contrário acontecendo em zonas de rochas impermeáveis, onde quase toda água serve à rede de drenagem superficial e sub-superficial. Entretanto, é possível encontrar águas subterrâneas formando lençóis aquíferos em qualquer configuração litológica, que possibilite o movimento das águas (Silva & Moreschi, 1967). No caso em estudo, predominam rochas cristalinas bastante intemperizadas e fraturadas, as quais segundo Singhal & Gupta (1999), apresentam porosidade e permeabilidade secundária, porém de relevante contribuição ao sistema aquífero.

Tal observação pode justificar a configuração e a dinâmica da drenagem local, e consequentemente, o fenômeno de adensamento e interligação das APPs, criando ilhas isoladas de regiões extra-APPs. Por outro lado, os terrenos cristalinos são altamente vulneráveis a contaminações de origem antrópica, devido ao fato de que neles, em geral, a zona vadosa é pouco profunda, permitindo que o sistema de descontinuidades - falhas, juntas, fraturas - sejam rapidamente atingidas (Singhal & Gupta, 1999).

Esta constatação traz à temática a necessidade de abordagens, que levem em consideração não somente os atributos intra-APPs (área, perímetro, uso), mas também a sua localização relativa (situação), ou a existência de fatores geográficos interdependentes, tais como

os de ordem natural e aqueles relativos às perturbações oriundas do efeito de vizinhança em relação aos usos impressos em suas áreas limítrofes (Nascimento *et al*, 2006). Outra observação importante é que das 65 APPs, com áreas menores que 150ha, 55 são ilhas fluviais, estando 11 no rio Jaguari, e 44 no Atibaia.

O PI do Uso da Terra nas APPs dos Corpos Hídricos - PI-UT-APPCHs (Figura 5.8) apresenta o inventário dos usos aos quais estas áreas estão sendo submetidas. A Tabela 5.7 demonstra que, assim como o uso da terra em todo o território da APA, a maior parte das APPs estudadas está ocupada por pastagens - 3.786,64ha (61,30%), seguida pelos remanescentes de vegetação natural - 1.548,02ha (25,06%) e silviculturas - 389,77ha (6,31%); ou seja, 74,94% das APPCHs (4.629,23ha) encontram-se em situação de conflito com a legislação ambiental pertinente. Isto pode ser constatado na Tabela 5.8 e no PI de Conformidade e Conflito das APPs dos Corpos Hídricos - PI-CC-APPCHs (Figura 5.9).

Para avaliar a correspondência entre as variações dos padrões da vegetação natural localizadas dentro (intra) e fora (extra) dos limites das APPCHs, apresenta-se na Figura 5.10 o PI de Correspondência Areal da Vegetação Natural nas APPCHs (PI-CaVN-APPCHs). Entretanto, fazem-se necessárias algumas considerações, anteriormente à aplicação do coeficiente de correspondência areal - o índice *Ca*:

- 1) O *Ca* é razão entre a área onde os fenômenos ocorrem juntos (vegetação natural intra APPs) e a área total coberta pelos dois fenômenos (vegetação natural intra APPs mais outros usos intra APPs mais vegetação natural extra APPs), e calcula-se pela seguinte equação:

$$Ca = \frac{V_{NI\ APPs}}{(V_{NI\ APPs} + O_{UI\ APPs} + V_{NE\ APPs})}$$

onde:
 $V_{NI\ APPs}$ = Vegetação natural intra APPs;
 $O_{UI\ APPs}$ = Outros usos intra APPs; e
 $V_{NE\ APPs}$ = Vegetação natural extra APPs.

- 2) Tal índice assume os valores 0 (zero) para as distribuições completamente separadas, e 1 (um) para as distribuições com total correspondência.; e
- 3) Sabe-se que a legislação ambiental prevê, além da existência das APPs, a criação e manutenção das chamadas Reservas Legais - RLs - Áreas Protegidas que correspondem a 20% da zona rural em todo território nacional.

No caso dos fenômenos aqui estudados, para que o *Ca* assumisse o valor máximo “um”, seria necessário que toda a vegetação natural da APA estivesse localizada no interior das APPCHs, ou seja, com total correspondência. Dito isso, entende-se que para a APA de Campinas,

onde a maior parcela de seu território é composta por áreas rurais, o *Ca* com valor máximo exprimiria um quadro impróprio, pois para isso, todas as RLs haveriam de estar desprovidas de vegetação natural, sendo necessário portanto, relativizar este índice para cada caso em particular.

Nesse sentido, possuindo a zona rural da APA (livre das APPs, vias principais e rios) área igual a 14.928,57ha, e supondo-se que tanto as APPCHs, quanto as RLs estivessem regularizadas, ocupando 6.177,25ha e 2.985,71ha respectivamente, o *Ca* ideal (*ótimo*) seria igual a 0,67. Já, utilizando os dados reais - 1.548,02ha para a vegetação natural intra APPCHs, 4.629,23 para os outros usos intra APPCHs, e 1.750,64ha para a vegetação natural extra APPCHs, encontrou-se o valor de 0,20 (Tabela 5.9). Esta relação entre o ponto *ótimo* e os dados reais pode ser pouco descritiva e inviável na comparação com outras áreas. Então, para facilitar o entendimento deste índice e viabilizar a função de simplificação das informações nele contidas, propõe-se aqui, a transformação do valor do *Ca* ideal para a APA, de uma fração (0,67) para um número inteiro (1,00). Assim, por meio de uma relação direta de proporcionalidade, o *Ca* relativo assumirá o valor 0,30, como demonstra a Tabela 5.9.

Os resultados aqui apresentados tradicionalmente na forma analógica estão disponíveis também em formato digital, e encontram-se editados, em ambiente SIG, na Base Cartográfica Dinâmica (Anexo V), de caráter: multiescalar (visualizações em múltiplas escalas); interativo-amigável (consulta e edição da base de dados); e multimídia (inserção de outros elementos de representação). As informações estão disponíveis nos formatos para consulta (arquivo pmf*); e para edição - *shapefiles* - compatível com vários programas de geoprocessamento.

* Necessita do programa *ArcReader* - visualizador disponível gratuitamente na Internet pelo endereço:
<<http://www.esri.com/software/arcgis/arcreader/index.html>>

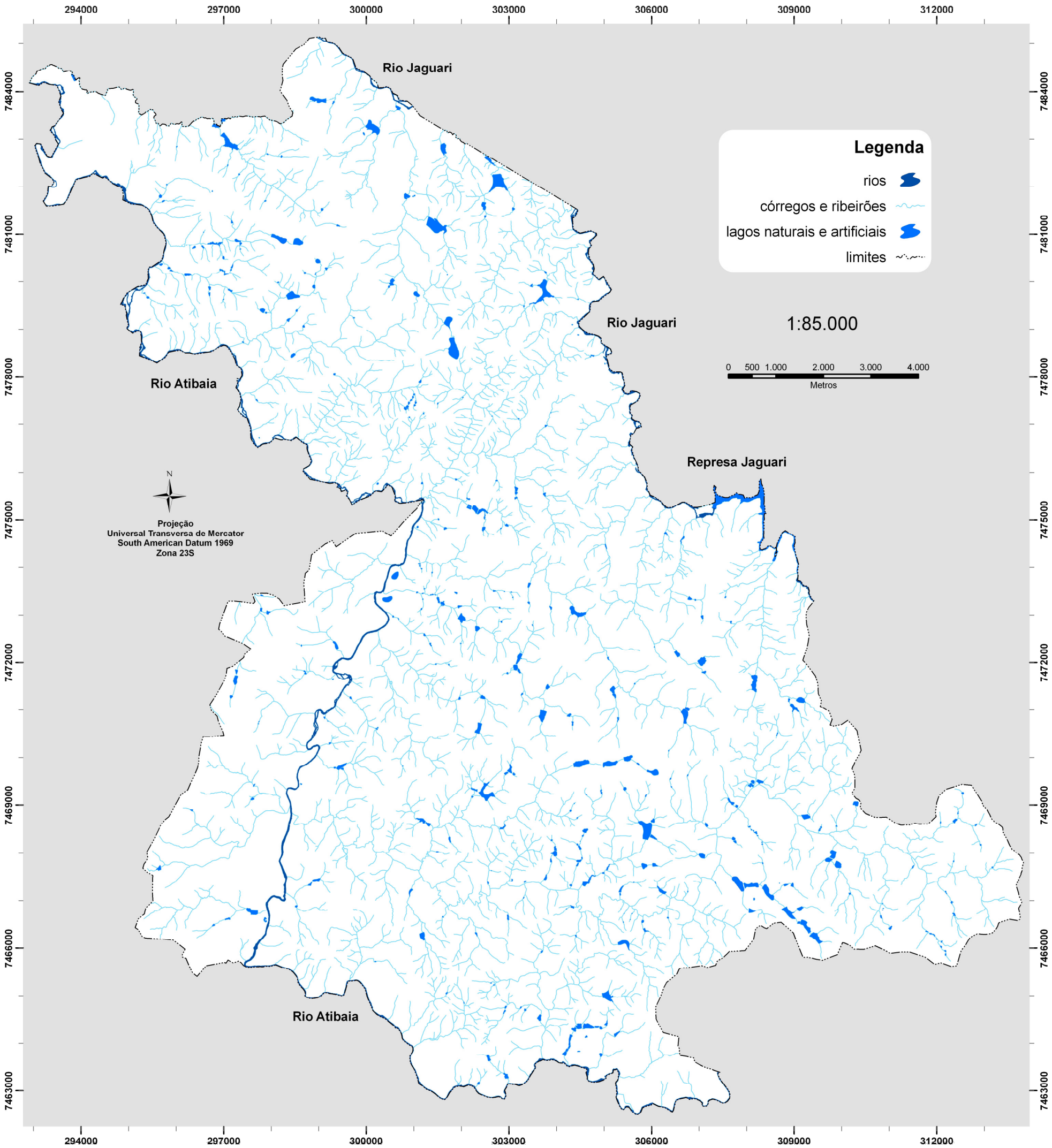


Figura 5.6: Plano de Informação dos Corpos Hídricos (PI-CH)

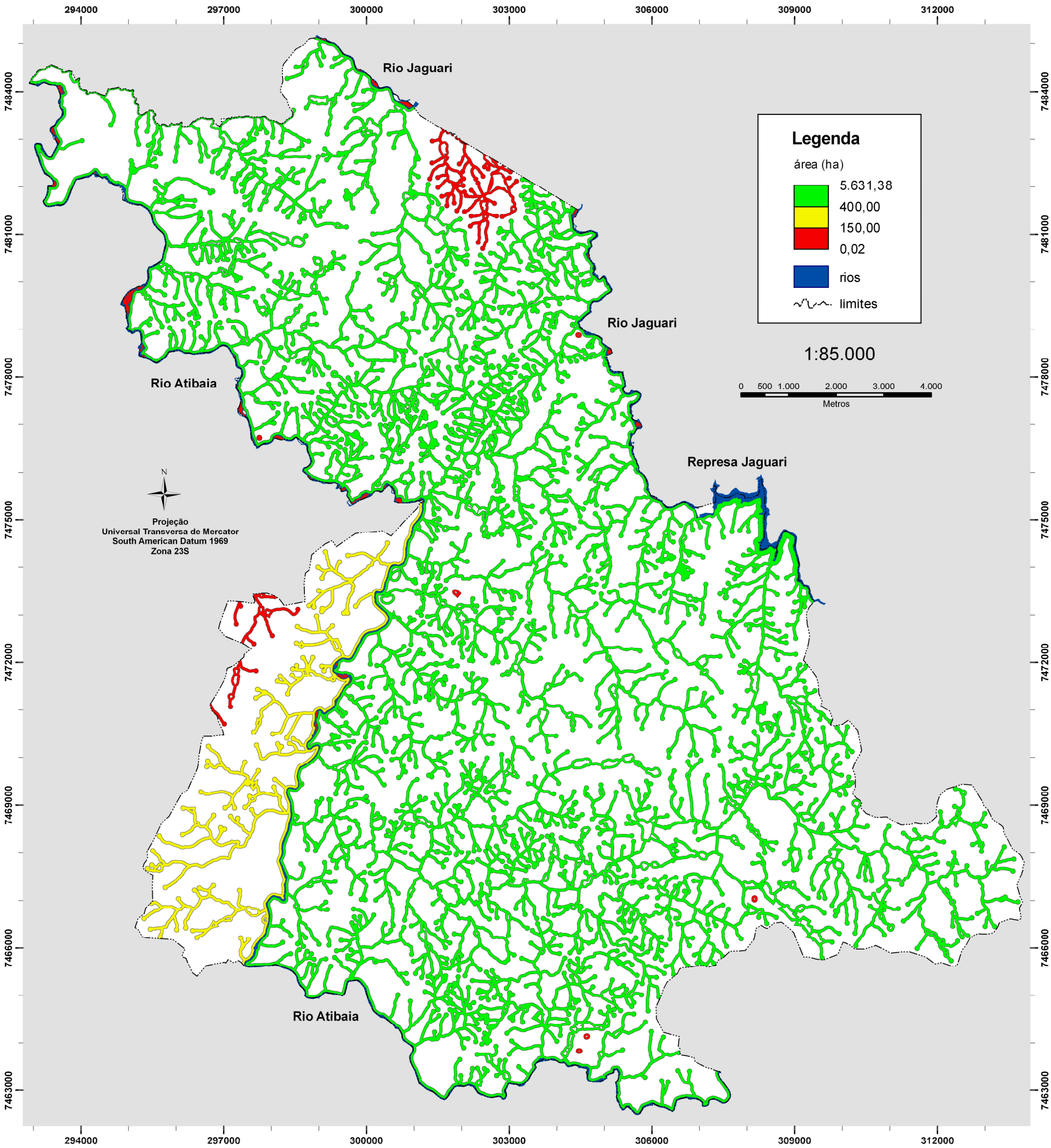


Figura 5.7: Plano de Informação das Áreas de Preservação Permanente dos Corpos Hídricos (PI-APPCHs)

Tabela 5.6: Classes de área das APPs dos Corpos Hídricos						
Classes de área (ha)				Ocorrência	Área (ha)	Perímetro (m)
0,02	—	150,00		65	181,37	67.268,59
150,00	—	400,00		01	365,10	120.324,13
400,00	—	5.631,38		01	5.631,38	1.766.897,39
TOTAL				67	6.177,85	1.954.490,11
						Área Relativa (%)
						2,92
						5,92
						91,15
						100,00

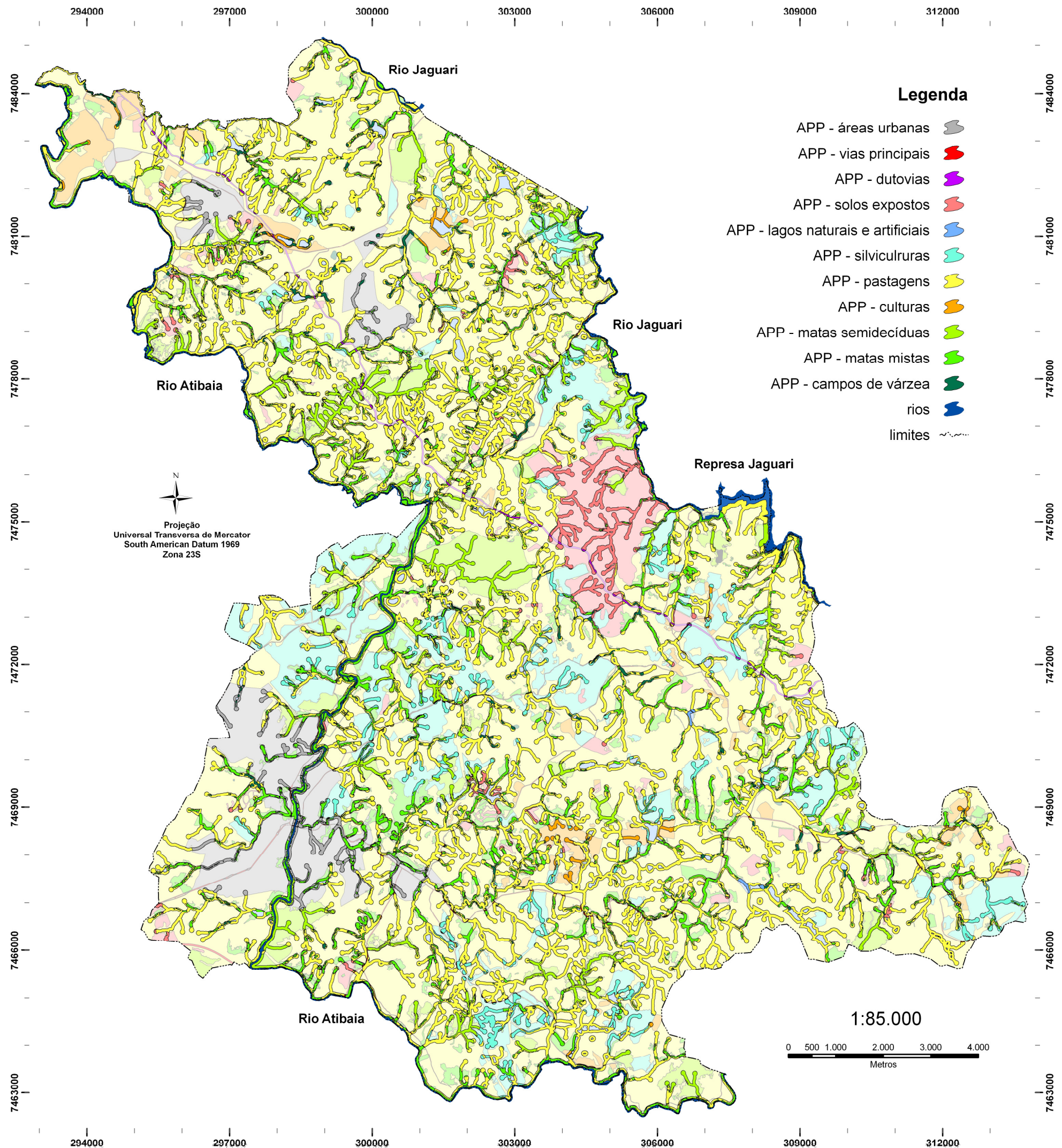


Figura 5.8: Plano de Informação do Uso da Terra nas Áreas de Preservação Permanente dos Corpos Hídricos (PI-UT-APPCHs)

Tabela 5.7: Classes de uso da terra nas APPCHs

Classes de uso	Área (ha)	Perímetro (m)	Área Relativa (%)
Áreas urbanas	151,06	110.004,41	2,45
Vias principais	26,72	61.692,70	0,43
Solos expostos	199,49	101.044,71	3,23
Dutovias	14,00	14.332,70	0,23
Silviculturas	389,77	245.504,09	6,31
Pastagens	3.786,64	2.176.510,60	61,30
Culturas	56,27	44.509,57	0,91
Lagos naturais e artificiais	5,28	6.050,30	0,09
Matas semidecíduas	588,79	321.017,28	9,53
Matas mistas	882,91	807.695,42	14,29
Campos de várzea	76,32	66.691,96	1,24
TOTAL	6.177,25	3.955.053,74	100,00

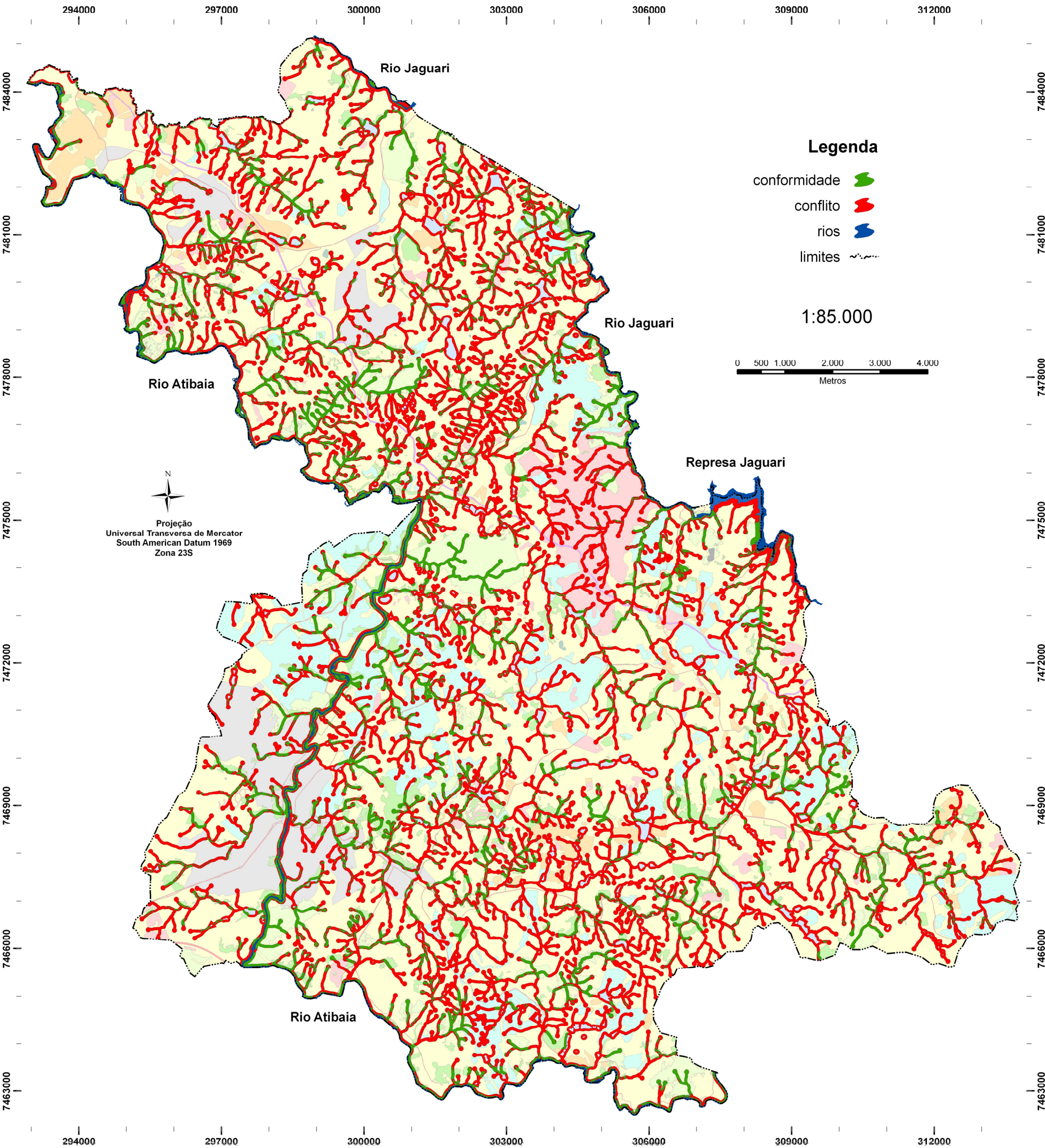


Figura 5.9: Plano de Informação de Conformidade e Conflito das Áreas de Preservação Permanente dos Corpos Hídricos (PI-CC-APPCHs)

Tabela 5.8: Situação Legal das APPCHs

Situação legal	Área (ha)	Perímetro (m)	Área Relativa (%)
Conformidade	1.548,02	1.191.618,82	25,06
Conflito	4.629,23	2.439.304,60	74,94
TOTAL	6.177,25	3.630.923,42	100,00

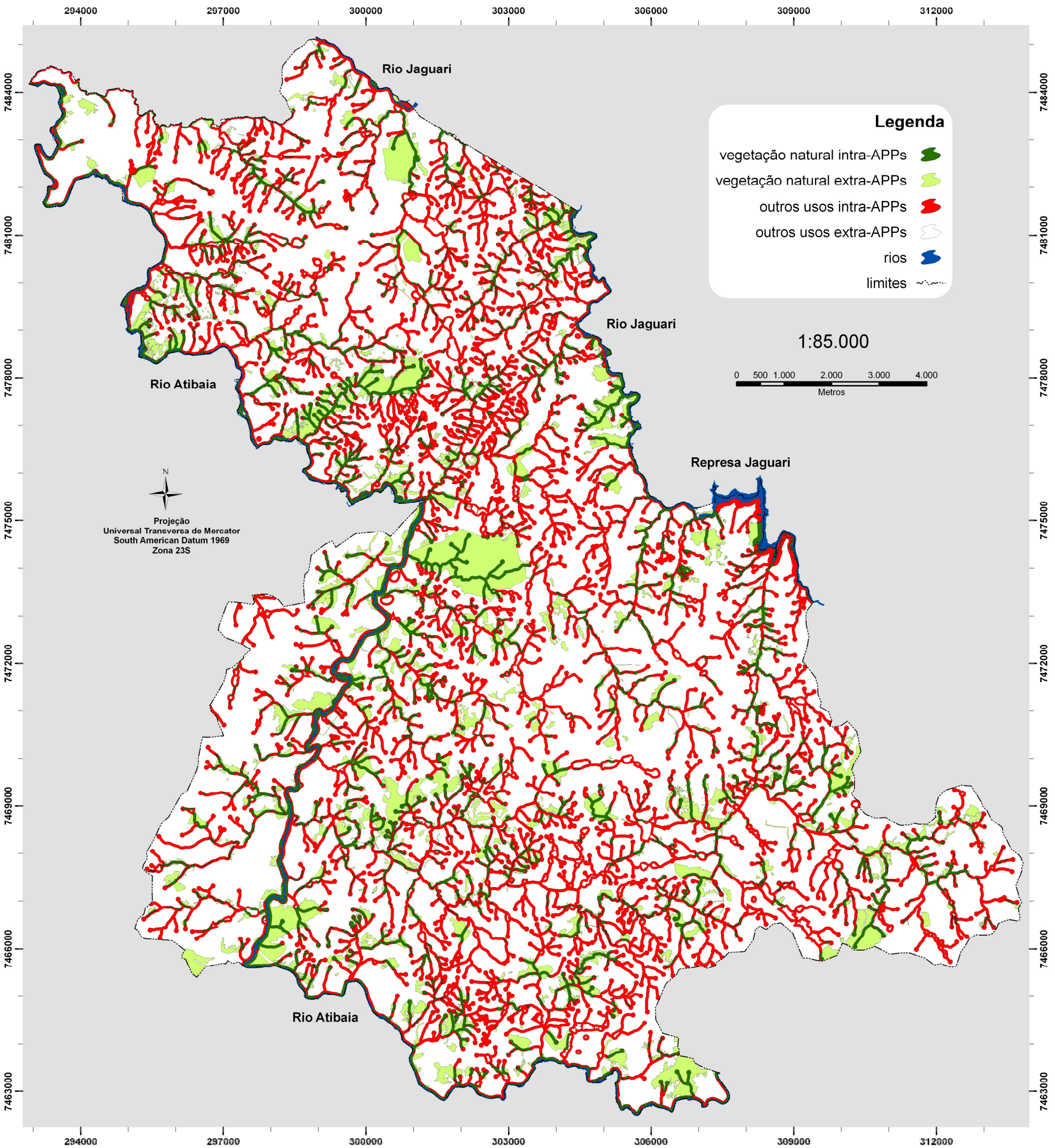


Figura 5.10: Plano de Informação de Correspondência Areal da Vegetação Natural nas Áreas de Preservação Permanente dos Corpos Hídricos (PI-CaVN-APPCHs)

$$Ca = \frac{V_{NI} APPs}{(V_{NI} APPs + O_{UI} APPs + V_{NE} APPs)}$$

onde:

$V_{NI} APPs$ = Vegetação natural intra APPs;

$O_{UI} APPs$ = Outros usos intra APPs; e

$V_{NE} APPs$ = Vegetação natural extra APPs.

Tabela 5.9: Fenômenos e correspondência areal da vegetação natural nas APPCHs

Fenômenos	Área (ha)	Perímetro (m)	Área Relativa (%)	<i>Ca</i> <i>ótimo</i>	0,67
Vegetação natural intra APPCHs	1.548,02	1.191.618,82	25,06		
Outros usos intra APPCHs	4.629,23	2.439.304,57	74,94	<i>Ca</i>	0,20
SUBTOTAL	6.177,25	3.630.923,39	100,00		
Vegetação natural extra APPCHs	1.750,64	957.067,15	10,84	<i>Ca</i> <i>ótimo</i> relativo	1,00
Outros usos extra APPCHs	14.404,05	2.393.998,56	89,16		
SUBTOTAL	16.154,69	3.351.065,71	100,00	<i>Ca</i> relativo	0,30
TOTAL	22.331,93	6.981.989,10	100,00		

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em primeiro lugar, este estudo mostrou que, apesar de se tratar de uma Área Protegida, de suma importância, onde remanesce a maioria dos fragmentos de vegetação natural do município, a APA de Campinas possui apenas 14,78% de seu território cobertos por esta vegetação, pouco mais que os 13,70%, que representam a área relativa dos remanescentes de todo o estado de São Paulo.

Nas superfícies de tendência em escala superior - *GPI* - puderam ser observadas as tendências regionais, em relação à configuração ou padrões locais do conjunto de fragmentos, sendo o setor sudoeste o que apresenta variações mais suaves e o centro-norte e leste, relações mais conflituosas. Neste nível de medição, por ter como foco os processos de transformação mais lenta, é possível orientar programas e políticas de gestão aplicáveis em longo prazo e de modo continuado, tais como: educação ambiental, fiscalização e monitoramento.

As escalas analíticas inferiores ou locais mostram-se eficientes na localização precisa das regiões anômalas, evidenciando que os fragmentos variam tanto em relação ao tamanho e frequência, quanto à distribuição espacial, revelando extensas regiões em estado insatisfatório, com áreas médias muito baixas, fragmentos isolados e algumas porções apresentando sinais de escassez. Estas superfícies locais são apropriadas, portanto, para subsidiarem ações estruturais e não-estruturais em curto e médio prazo, nas quais se enquadram os estudos mais aprofundados e específicos (uso da terra, topografia, água, solo, geologia, florística) e intervenções para demarcação, recuperação de áreas degradadas, revegetação e enriquecimento de matas secundárias.

Com relação ao uso da terra, releva-se o crescente processo de açudagem, evidenciado pela exagerada quantidade de lagos artificiais identificados, cuja soma das áreas suplanta a dos rios Atibaia e Jaguari, dentro dos limites da APA; o que pode potencializar os riscos relacionados aos crônicos conflitos sobre enchentes e à deteriorização das águas superficiais. Quadro este, que fere também a integridade dos solos e tem como agravante a desproporcionalidade de usos ali impressos, com extensas áreas de pastagens e silviculturas, ocupando juntas cerca de setenta por cento do território, dentro e fora das Áreas de Preservação Permanente.

Estas se apresentam, em sua maioria (74,94%), desprovidas de vegetação natural e, portanto, em situação de conflito com a legislação. Além disso, o índice *Ca* relativo igual a 0,30

indica uma baixa correlação entre a vegetação natural existente intra e extra APPCHs. Em outras palavras, a correspondência areal entre os fragmentos remanescentes no interior das APPCHS e os situados além de seus limites é de apenas trinta por cento. Tais constatações somadas às condições litológicas ali presentes acrescentam à problemática uma alta suscetibilidade de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

Em suma, considera-se que os métodos analíticos e de representação espacial aqui utilizados podem contribuir para a construção de um conhecimento crítico sobre a configuração dos elementos naturais e culturais, que propicie a identificação de soluções alternativas de gestão territorial, para a introdução de medidas de recuperação e conservação.

7. TRABALHOS FUTUROS

Este estudo não contemplou as APPs das Encostas com Declividade Superior a 45°, tão pouco as dos Topos de Morros e as das Linhas de Cumeada que, apesar de representarem extensões areais menos expressivas que as APPs dos Corpos Hídricos, são tão importantes quanto estas. Os motivos pelos quais estas áreas não foram aqui consideradas se dão em virtude da insuficiência de dados em escalas cartográficas adequadas.

Recomenda-se, portanto, para estudos futuros a atualização e adequação dos dados hoje disponíveis para que se tornem fidedignos de confiança, e propiciem assim, mapeamentos e diagnósticos precisos destas outras categorias de Áreas de Preservação Permanente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **A ANA na Gestão das Águas: cobrança pelo uso dos recursos hídricos**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/CobrancaUso/default2.asp>> Acesso em: 21 de ago. de 2006.

ADAS, M. **Panorama Geográfico do Brasil**. [s. l.]: Ed. Moderna, 1989. 194p.

AMARAL, L. **A Cidade de Campinas em 1901**. Almanques – Castro Mendes & Irmão, Campinas, 1900. p. 71.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Áreas de Proteção Ambiental: abordagem histórica e técnica**. Brasília: SEMA - SEC - Coordenadoria de Áreas de Proteção Ambiental, 1987. 45p.

BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981**. Brasília, 2006a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6902.htm> Acesso em: 18 de set. de 2006.

CAIADO, A. S. C.; PIRES, M. C. S.; SANTOS, S. M. M. & MIRANDA, Z. A. I. **Município de Campinas**. In: CANO, W. & BRANDÃO, C. A. (coords.). **A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente**. Editora da UNICAMP, Campinas, SP, 2002. v.1, 439p.

CALDAS AULETE. **Dicionário Contemporâneo da Língua Portuguesa**. Ed. Delta S.A. Rio de Janeiro, 1970.

CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. & ALFONSI, R.R. **Clima: conceituação**. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO. Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, Campinas, 2006. Disponível em: <<http://ciiagro.iac.sp.gov.br/>> Acesso em: 17 de ago. de 2006

CAMPINAS. Diário Oficial do Município de Campinas. **Atos do Poder Público. Lei nº 10.850 de 07 de Junho de 2001**. Campinas, 08 jun. 2001.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Departamento de Planejamento. Campinas, 2005.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Departamento de Planejamento. **Dados Sócio-econômicos**. Campinas, 2006. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/deplan.htm>> Acesso em: 15 de jul. de 2006.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. **Plano de Gestão da Área de Proteção Ambiental da Região de Sousas e Joaquim Egídio – APA Municipal**. Campinas, 1996. 149p.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2005**. São Paulo, 2006. v. 1. 488p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>> Acesso em: 21 de ago. de 2006.

CONFORTI, Thiago & MATTHES, Luiz. As enchentes e o planejamento urbano. **Informativo Água Cidadania**, Campinas: SANASA, fev./mar. 2002. p.5.

CUNHA, J. M. P. & OLIVEIRA, A. A. B. **População e Espaço Intra-urbano em Campinas**. In: HOGAN, D. J. et al (orgs.). **Migração e ambiente nas Aglomerações Urbanas**. Núcleo de Estudos de População/UNICAMP, Campinas, 2001. 516p.

DANI, N.; SOUZA, S.F.; DEBIASI, P. & AHLERT, S. **Emprego da fotogrametria digital no mapeamento da área Antártica especialmente gerenciada da Baía do Almirantado**. Simpósio

Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia,. Anais... Goiás, Brasil: SBSR, 2005. p. 1191-1198. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.20.00/doc/1191.pdf>> Acesso em: 19 de jul. de 2006.

ELISSALD, B. & SAINT-JULIEN, T. **Análisis Espacial - conceptos: situación.** Hypergéó -encyclopédie électronique - GDR - Libergéo, 2004. Disponível em: <http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article=191> Acesso em: 05 de jun. de 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite. **Subsídios para Elaboração e Implantação da Agenda 21 do Município de Campinas - SP: Mapas Temáticos.** Campinas, 1994. Disponível em: <<http://www.agenda21cps.cnpm.embrapa.br/mapas/tematico/index.html>> Acesso em: 25 de ago. de 2006.

EMPLASA. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA. **Metrópoles em Dados: Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo.** São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.emplasa.sp.gov.br/>> Acesso em: 18 de ago. de 2006

FASINA NETO, J.; SANTOS, Rozely Ferreira dos; ZUFFO, Antonio Carlos; TEIXEIRA FILHO, José. **Construção de cenário como auxílio ao planejamento ambiental: o caso das enchentes na APA Municipal de Campinas (SP).** In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo: Unius Multimídia Ltda., 2005.

FRANÇOIS, J.C. **Análisis Espacial - conceptos: discontinuidad.** Hypergéó -encyclopédie électronique - GDR - Libergéo, 2004. Disponível em: <http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article=137> Acesso em: 05 de jun. de 2006.

FRANGETTO, F.W. & LIMA, L.F. Negociações em Milão. Brasil pode ser beneficiado com projetos de MDL em florestas. **Consultor Jurídico.** 09 de dez. de 2003. Disponível em: <<http://conjur.estadao.com.br//static/text/24800,1>> Acesso em: 15 de jul. de 2006. ISSN 1809-2829

GOOGLE. Google Earth. **A 3D interface to the planet.** 2006. Disponível em: <<http://earth.google.com/tour/thanks-win4.html>> Acesso em: 07 de ago. de 2006.

GATRELL, A.C. **Distance and Space: a geographical perspective.** Claredon Press, Oxford, 1983. pp. 1-7.

GRASLAND, C. **Análisis Espacial - conceptos: interacción espacial.** Hypergéó -encyclopédie électronique - GDR - Libergéo, 2004. Disponível em: <http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article=192> Acesso em: 05 de jun. de 2006.

GROHMANN, C.H. Trend-surface analysis of morphometric parameters: a case study in southeastern Brazil. **Computers & Geosciences** 31: 1007-1014. 2005. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/cageo>> Acesso em: 14 de jul. de 2006.

HAGGETT, P. **Análisis Locacional en la Geografía Humana.** Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1976. 434p.

HAGGETT, P.; CLIFF, A.D. & FREY, A. **Locational Methods.** Edward Arnold, London, 1977. pp. 291-308.

HAGGETT, P. **Locational Analysis in Human Geography.** Edward Arnold. London, 1965. pp. 9-15 e 269-276.

IDOETA, Irineu. Mapear para Administrar. **Revista InfoGEL**, Ed. Espaço Geo, p.80, jan./fev. 2002.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Programa: Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento Ambiental na Região entre Sorocaba e Campinas. Subsídios do Meio físico-geológico ao Planejamento do Município de Campinas (SP),** São Paulo, 1993.

LEITÃO FILHO H.F. Considerações sobre a Florística de Florestas Tropicais e Sub-Tropicais do Brasil. **IPEF**, n.35, p.41-46, abr. 1987. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr35/cap02.pdf>> Acesso em: 12 de ago. de 2006.

LEITÃO FILHO H.F. **A vegetação: A vegetação da Reserva de Santa Genebra**. In: MORELLATO, P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. (orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1995. 136p.

LIMA, M.A. **Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no Município de Rio Claro - SP**. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP, Rio Claro, 1994. 2v. 264p.

MACEDO, A.C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental**. Fundação Florestal, São Paulo, SP, 1993. Disponível em: <http://www.fflorestal.sp.gov.br/publicacao/manual_vegetacao_1ed_1993.pdf> Acesso em: 02 de ago. de 2006.

MARCHETTI, D.A.B. & GARCIA, G.J. **Princípios de Fotogrametria e Fotointerpretação**. 1 ed. São Paulo: Nobel, 1986. 264p.

MATTOS, C. O. **Contribuição ao Planejamento e Gestão da Área de Proteção Ambiental de Sousas e Joaquim Egidio, Campinas/SP**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, 1996.

MIRANDA, M.J.; PINTO, H.S.; ZULLO JÚNIOR, J.; FAGUNDES, R.M.; FONSECHI, D.B.; CALVE, L. & PELLEGRINO, G.Q. **Clima dos Municípios Paulistas. A Classificação Climática de Koeppen para o Estado de São Paulo**. CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. UNICAMP. Campinas. 2006. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/portal/index.php>> Acesso em: 17 de ago. de 2006.

MIRANDA, Z. A. I. **A incorporação de áreas rurais às cidades: um estudo de caso sobre Campinas, SP**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia. Campinas, 2002.

NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S. & SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. **Rev. Árvore**. Viçosa, v. 30, n. 3, pp. 389-398, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622006000300009&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 06 de mar. de 2007. ISSN 0100-6762

OLIVEIRA, P.S.G. **Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas, SP**. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, 2004. p. 54.

PAULA NETO, C. F. **Ramal Férreo Campineiro**. 2005. Disponível em: <<http://www.francisco.paula.nom.br/RFC/rfc0.htm>> Acesso em: 03 de ago. de 2006.

PUMAIN, D. **Análisis Espacial - conceptos: configuracón y distancia**. Hypergé -encyclopédie électronique - GDR - Libergéo, 2004. Disponível em: <http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article=178> e <http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article=162> Acesso em: 05 de jun. de 2006.

REBOUÇAS, Aldo da C. Águas subterrâneas e gestão integrada. **Revista SANEAS**, p. 5, jan. 2002.

RODRIGUES, R.R. **A sucessão florestal**. In: MORELLATO, P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. (orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1995. 136p.

SANDERS, L. **Análisis Espacial - herramientas: medición**. Hypergé -encyclopédie électronique - GDR - Libergéo, 2004. Disponível em: <http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article=174> Acesso em: 05 de jun. de 2006.

SANDERS, L. & MATHIAN, H. **Análisis Espacial - herramientas: estadística espacial**. Hypergé - encyclopédie électronique - GDR - Libergéo, 2004. Disponível em: <http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article=172> Acesso em: 05 de jun. de 2006.

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando à conservação**. Tese (Doutorado), Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, 1999.

SANTOS, K. **Caracterização florística de onze fragmentos de mata estacional semidecidual da Área de Proteção Ambiental do Município de Campinas – SP**. Tese (Doutorado), Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, SP, 2003. 218p.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. **Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. 2006. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu>> Acesso em: 17 de ago. de 2006.

SÃO PAULO. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Legislação de Recursos Hídricos: consolidação**. São Paulo, DAEE, 2002a. 488p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Áreas de Proteção Ambiental do Estado de São Paulo – APAs: propostas de zoneamento ambiental**. São Paulo, 1992. 76p. (Série Documentos)

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Mata Ciliar: recuperações bem-sucedidas**. São Paulo, 2002b. 44p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/mata_ciliar/mata.pdf> Acesso em: 02 de ago. de 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Licenciamento Ambiental. Legislação Estadual - Resoluções**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/resolucoes/resolucoes.asp>> Acesso em: 21 de set. de 2006.

SEMEGHINI, U. C. **Do café à indústria: uma cidade e seu tempo**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1991.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas. Conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Ed. da Unicamp, 1999. 236p.

SILVA, L.M. & MORESCHI, J.B. **Lições de Geo-hidrogeologia: noções de hidrologia, hidráulica subterrânea**. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1967. v. 1. 271p.

SILVA, W. S. & FORNASARI FILHO, N. **Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas no Estado de São Paulo**. (2.ed.). São Paulo: IPT, 1992. 85p. (Publicações IPT, 1978; Boletim, 63).

SINGHAL, B.B.S. & GUPTA, R.P. **Applied Hydrology of Fractured Rocks**. London: Kluwer Academic Publishers, 1999. 400p.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. **Hemeroteca João Falchi Trinca: Arquivos de Jolumá Brito**. Centro de Memória da Unicamp. Campinas, 2002.

UNWIN, D. **Introductory spatial analysis**. Methuen, London, 1981. pp. 291-308.

WHITMORE, T.C. **An Introduction to Tropical Rain Forests**. Clarendon Press - Oxford, New York, 1999. 226p.

WWF-BRASIL. **Observatório das águas: a água e o poder público no Brasil**. Programa “Água para a vida”, Brasília, 2004. 82p.

ANEXOS

Anexo I



Fonte: Fernando Petermann

Nichos de vegetação rupestre em afloramentos rochosos e em associações com outros tipos de vegetação (matas mistas), serra das Cabras, distritos de Sousas e Joaquim Egídio, Campinas - Pesquisa de campo, 2007

Anexo II

Conflitos sobre enchentes na APA de Campinas

“... Em 8 de janeiro de 1887, com as abundantes chuvas destes últimos tempos, foi arrastada a ponte do rio Atibaia, no bairro do mesmo nome, ficando completamente cortadas as comunicações. [...] Os habitantes do populoso e florescente bairro do Atibaia, de que há mais de um ano a cheia enorme arrastou a ponte que servia de comunicação entre as duas margens, estão sujeitos ao transporte em uma balsa de propriedade particular, pagando esse serviço segundo estipulado em uma tabela que foi organizada de acordo com a câmara municipal...”

Anotações do jornalista Jolumá Brito, acerca de conflitos decorrentes da enchente de 1887, no “bairro do Atibaia”, atual Largo de São Sebastião - centro histórico do distrito de Sousas (UNICAMP, 2002)



Fonte: Biblioteca de Sousas

Enchente de 1905 - Largo São Sebastião - Sousas

“... 12 do 12 do 53 (Gino Leone)

*12 do 12 do 53
Veio a torrente e tudo carregou
Carregou tudo o que encontrôu
Até meu amor naufragou
Deixa que chova pra outras bandas
Deixa que chova lá pro nordeste
Lá falta tudo, lá falta água
Mas aqui em Sousas não falta nada...”*



Esquerda: Transcrição da marchinha de carnaval do saudoso poeta e seresteiro Gino Leone, 1953. Fonte de Áudio: Sr^a Hevany Lima Leone; Direita: Enchente de 1960 - Largo São Sebastião, Sousas. Fonte: Rubens de Godoy



Enchente de 1970 - Sousas. Fonte: Biblioteca de Sousas



Enchente de 1972,
região central do distrito de Joaquim Egídio.
Fonte: Biblioteca de Sousas

“... 2 de janeiro de 74 (Adriano)”

*2 de janeiro de 74, Sousas reviveu 53
E quando ninguém esperava
Veio o ribeirão das Cabras e inundou tudo de vez
Meu Deus foi com tal violência, que o povo se admirou
Levou quase tudo no peito, o lar foi desfeito e o sousense chorou
Mas isso faz parte da vida, a vida quem faz somos nós
Vamos esquecer, o que passou, passou
Talvez o amanhã seja melhor...”*

Transcrição da marchinha de carnaval do poeta e seresteiro Adriano, 1974
Fonte de Áudio: Sr^a Hevany Lima Leone

“Vivo aqui em Joaquim Egídio há mais de 30 anos e já passamos por ocasiões piores, como uma acontecida em 1974. Naquela por pouco que não morreram empregados da cerâmica. Mas tudo isso poderia ser evitado, se as autoridades daqui e de Campinas se empenhassem em acabar com as curvas do córrego, que barram as águas. Mas isso não é tudo, bem pior são os açudes formados lá nas fazendas e que nas ocasiões de chuvas estouram, vindo quase um maremoto que estraga tudo o que há pela frente. Não adianta nada falar se não é feita alguma coisa. Só ver os estragos depois de acontecido não surte efeito algum. O certo mesmo é mostrar soluções e, além disso, empregá-las.”

Depoimento do memorável comerciante local Sr. Gerson, o “Russo”, sobre a enchente de 1976.
Fonte: jornal Diário do Povo, 1976



Enchente de 1983,
Largo São Sebastião, Sousas
Fonte: Biblioteca de Sousas



A



B



C

Cenário pós-enchente de 2002. (A) Açudes rompidos durante o evento - Serra das Cabras; (B) Área central do distrito de Joaquim Egídio - margens do ribeirão das Cabras; e (C) Ribeirão das Cabras - região central de Sousas.
Fontes: UNICAMP e Kamá Ribeiro

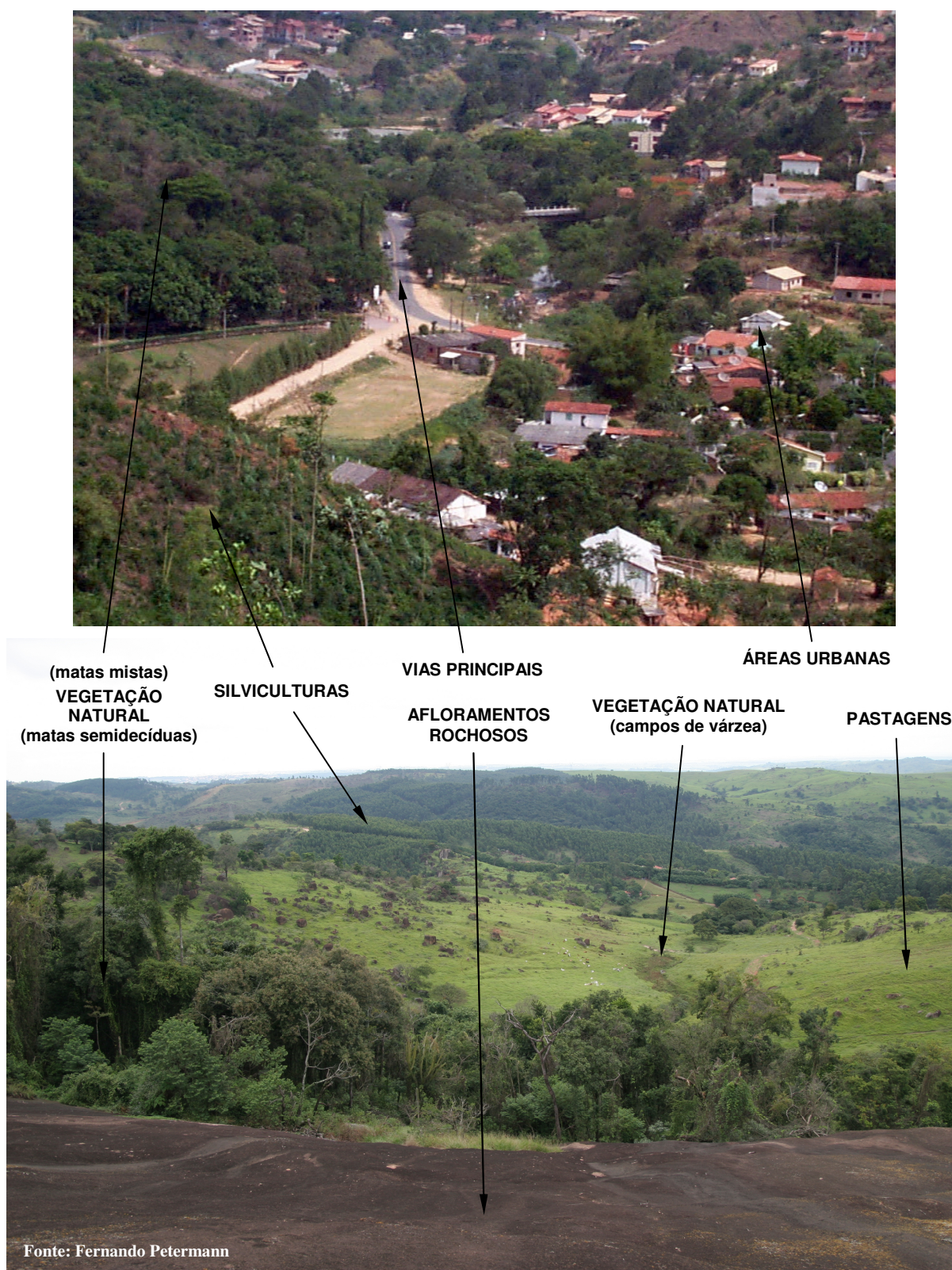


Enchente de 2003. Acima: Ribeirão das Cabras - região central de Sousas; Abaixo: Transbordamento do ribeirão das Cabras sobre a via de acesso a Joaquim Egídio - SP 81 - Jardim Bel Monte - Sousas. Fonte: Wagner Neves



Anexo III

Exemplos de classes de uso da terra





Fonte: Fernando Petermann

SILVICULTURAS
(eucalipto)

VEGETAÇÃO NATURAL
(campos de várzea)

VEGETAÇÃO NATURAL
(matas mistas)

PASTAGENS
(pastos limpos)

CORPOS HÍDRICOS
(lagos naturais e artificiais)

SOLOS EXPOSTOS
(erosões)



Fonte: Fernando Petermann

Anexo IV

Processos de assoreamento e eutrofização - Represa Jaguari - Joaquim Egídio, 2007. Fonte: Fernando Petermann

